

Universidad de Cuenca



Facultad de Ingeniería Carrera de Ingeniería Eléctrica

“Estudio técnico del consumo de energía eléctrica en el edificio El Rey para la implementación de energía renovable”

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Ingeniero
Eléctrico

Autores:

Jorge Hernán Chicaiza Chacha

C.I. 0502137094

Oscar Fernando Quisaguano Escobar

C.I. 1711740413

Director:

Ing. Wilson Fernando Mogrovejo León

C.I. 0105058820

Tutor:

Ing. Francys Lissette Reyes Aman

C.I. 1719686352

Cuenca – Ecuador

2018



RESUMEN

El presente trabajo lleva a cabo el estudio técnico del consumo de energía en el edificio “El Rey” la propuesta de eficiencia energética y energía renovable de acuerdo a diferentes análisis que se desarrollan durante el trabajo.

El análisis comprende los aspectos técnicos y socioeconómicos, que permitan seleccionar materiales para generar energía limpia y propia para el edificio, ya que existen varias técnicas y formas de generar energía, siempre aplicando la mejor tecnología y conservando el medio ambiente.

Adicionalmente, se verifica que en la zona de Quito Ecuador existe una buena irradiación solar y por ende la factibilidad de implementar energía limpia y propia mediante la instalación de paneles fotovoltaicos y calentadores solares en el edificio.

PALABRAS CLAVES.

ENERGÍA RENOVABLE, IRRADIACIÓN SOLAR, ENERGÍA FOTOVOLTAICA, PANELES SOLARES, CALENTADORES DE AGUA, CONSUMO.



ABSTRACT

The present work makes the technical study of energy consumption in the building "El Rey" the proposal of energy efficiency and renewable energy according to different analyses that are developed during the work.

The analysis includes the technical and socioeconomic aspects, which allow to select materials to generate clean energy and own for the building, as there are several techniques and ways to generate energy, always applying the best technology and preserving the environment.

Additionally, it is verified that in the area of Quito Ecuador there is a good solar irradiation and therefore the feasibility of implementing clean and own energy through the installation of photovoltaic panels and solar heaters in the building.

KEY WORDS

RENEWABLE ENERGY, SOLAR IRRADIATION, PHOTOVOLTAIC ENERGY, SOLAR PANELS, WATER HEATERS, CONSUMPTION.



CONTENIDO

RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	3
CAPITULO I: GENERALIDADES.....	23
1.1 Introducción.....	23
1.2 Justificación.....	24
1.3 Alcance.....	24
1.4 Objetivo General.....	25
1.5 Objetivos Específicos.....	25
CAPITULO II: ANTECEDENTES.....	26
2.1 Situación General.....	26
2.2 Sistema Energético.....	26
2.3 Sistema Energético Ecuatoriano.....	27
2.4 Inversión de Energías Renovables en el Ecuador.....	30
2.4.1 Hidroeléctrica.....	30
2.4.2 Recurso Solar.....	31
2.4.3 Recurso Eólico.....	31
2.4.4 Recurso de Biomasa.....	31
2.4.5 Energía Solar Fotovoltaica.....	32
2.4.6 Beneficios de Energía Fotovoltaica.....	33
2.5 Energía Fotovoltaica en el Ecuador.....	34
2.6 Normativas sobre Energía Renovables e Incentivos nacionales e Internacionales.....	35
2.7 Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER).....	35
2.8 Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica.....	36
2.9 Eficiencia Energética y Normativas.....	36
2.9.1 Eficiencia Energética.....	36
2.9.2 Normativas de Energía, Calidad y Ahorro Energético.....	37
2.9.3 Objetivos de la Unión Europea para 2020.....	39
2.9.4 Objetivo 20/20/20.....	39



2.9.4.1	Precios de la Energía Renovable y el Incentivo del Estado Ecuatoriano	40
CAPITULO III: ENERGÍA, CALIDAD Y AHORRO ENERGETICO		42
3.1	Energía Eléctrica y Generación.	42
3.2	Energía Solar.....	43
3.2.1	Sistemas Fotovoltaicos.....	43
3.2.2	Celdas Fotovoltaicas	45
3.2.3	Aplicaciones de los Sistemas Fotovoltaicos	46
3.2.4	Usos de la Energía Solar	48
3.3	Ahorro Energético.....	56
3.3.1	Plan Nacional de Eficiencia Energética (PLANEE)	56
3.3.2	Eficiencia Energética en Iluminación del Edificio el Rey	59
3.3.3	Sistemas de Regulación y Control.	62
3.3.4	Análisis de Iluminación en el Edificio	63
3.4	Calidad de Energía.....	63
3.4.1	Análisis de Perturbaciones Armónicas.....	64
3.4.2	Indicadores Esenciales de una Distorsión Armónica.....	65
3.4.3	Costos Técnicos.	66
3.4.4	Factor de Potencias (NORMA IEEE 1459-2010).....	66
3.4.5	Triangulo de Potencias.....	67
3.4.6	Sistemas de Instalaciones Eléctricas en Edificios.....	68
3.4.7	Simbología Eléctrica.	69
3.5	Captación Solar para el Proyecto	71
3.5.1	Tipos de Paneles Solares.....	71
3.5.2	Diseño de una Central de Energía Solar Fotovoltaica	73
3.5.3	Instalación del Calentador Solar.....	76
CAPITULO IV: ANALISIS CALIDAD DE ENERGIA, PANELES SOLARES Y AHORRO ENERGETICO EN EL EDIFICIO EL REY		88
4.1	Equipo y Localización de Puntos de Medición	88
4.2	Análisis de Energía en el Edificio	91
4.2.1	Niveles de Tensión.....	91
4.2.2	Niveles de Carga	96



4.2.2	Análisis de Flicker.....	98
4.2.3	Análisis de Armónicos	101
4.2.4	Factor de Potencia	103
4.2.5	Análisis de Frecuencia.	105
4.2.6	Tensión y Corriente por Neutro	107
4.2.7	Análisis de Energía	110
4.2.8	Huecos y Picos	111
4.3	Resumen del Análisis de Calidad de Energía	112
4.4	Eficiencia Energética en el Edificio el Rey	114
4.4.1	Levantamiento de Carga de las luminarias existentes.....	114
4.4.2	Levantamiento de carga con la mejora teconologica en iluminación.	116
4.5	Realización del Cálculo fotovoltaico para el Edificio el Rey.	117
4.5.1	Cálculo de consumo estimado.....	118
4.5.2	Radiación solar disponible	118
4.5.3	Cálculo de placas o paneles solares necesarios.....	120
4.5.4	Para instalaciones de uso diario se utiliza la fórmula:	120
4.5.5	Número de módulos para instalación de uso diario:	120
4.5.6	Capacidad de los acumuladores	120
4.5.7	Selección del regulador y del convertidor.....	122
4.5.8	Potencia convertidor.....	123
4.6	Calentador de agua seleccionado para el edificio EL REY.	124
4.7	Análisis Económico de los Equipos Instalados en el Edificio.....	126
4.8	Ahorro en Términos Generales.....	127
4.8.1	Ahorro Energético al Cambiar la Tecnología de las Luminarias	127
4.8.2	Ahorro al Utilizar Paneles Solares Fotovoltaicos para cubrir la carga. ..	128
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		130
5.2	Conclusiones	130
5.3	Recomendaciones	130
CAPITULO VI: BIBLIOGRAFIA		132
ANEXOS		134



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 1:	Inversores de onda	134
ANEXO 2:	Costo De Los Inversores De Onda	135
ANEXO 3:	Paneles Solares	136
ANEXO 4:	Descripción Y Características Eléctricas De Los Paneles	137
ANEXO 5:	Características Mecánicas De Un Módulo Solar	138
ANEXO 6:	Proforma de los elementos para instalar energía fotovoltaica.	139
ANEXO 7:	Normativa CONELEC regulación 004/01	142
ANEXO 8:	Planillas eléctricas de consumo del edificio.	167
ANEXO 9:	Equipos de calentador solar	172
ANEXO 10:	fotografía del edificio El Rey	173
ANEXO 11:	Tipo de luminarias en los pasillos	174
ANEXO 12:	Área en donde se van a implementar los paneles solares.	175
ANEXO 13:	Equipo calentador de agua.	176
ANEXO 14:	Diagrama unifilar de las instalaciones electricas del edificio	177
ANEXO 15:	Luminarias Led	178



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Datos sobre Eficiencia Energética.	37
Figura 2. Eficiencia Energética Estrategia 20/20/20.	40
Figura 3. Generación y Distribución de Energía eléctrica	42
Figura 4. Generación de Energía Solar	43
Figura 5. Paneles Solares.	45
Figura 6. Panel Fotovoltaico al Suelo.	47
Figura 7. Panel Fotovoltaico al Tejado	47
Figura 8. Panel Fotovoltaico al Poste.	48
Figura 9. Instalación Solar Fotovoltaica sin Inversor, Utilización a 120VDC.	44
Figura 10. Sistema Fotovoltaico Aislado de la Red.	52
Figura 11. Instalación Solar Fotovoltaica Conectada a la Red.	52
Figura 12. Componentes de un Calentador Solar.	53
Figura 13. Partes de un Colector Solar.	54
Figura 14. Eficiencia Luminosa.	60
Figura 15. Vida útil de Diferentes Tipos de Fuentes de Luz.	60
Figura 16. Forma de Onda Ideal y Forma de Onda Distorsionada	65
Figura 17. Triangulo de Potencias.	67
Figura 18. Simbología Eléctrica.	70
Figura 19. Colector Tipo Tubo de Vacío	79
Figura 20. Captación de un Sistema de CPC	79
Figura 21. Tubo Evacuado Simples	80
Figura 22. Tuvo al Vacío de Lujo Directo	81
Figura 23. Funcionamiento de Tubo de Vacío.	82
Figura 24. Tubo de Vacío de Heat Pipe.	83



Figura 25. Colector Solar Para el Edificio.	87
Figura 26. Diagrama del Tanque Térmico.	87
Figura 27. Analizador de Energía Instalado.....	89
Figura 28. Partes del Equipo TOPAS 1000.	89
Figura 29. Conexión Trifásica del Analizador de Energía TOPAS 1000.....	90
Figura 30. Nivel Mínimo de Tensión Fase A.....	93
Figura 31. Nivel Mínimo de Tensión Fase B.....	93
Figura 32. Nivel Mínimo de Tensión Fase C.....	94
Figura 33. Nivel Máximo de Tensión Fase A.....	94
Figura 34. Nivel Máximo de Tensión Fase B.....	95
Figura 35. Nivel Máximo de Tensión Fase C.....	95
Figura 36. Promedio de Nivel de Tensión.....	96
Figura 37. Niveles de Corriente Mínimos.....	97
Figura 38. Niveles de Corriente Promedio.....	97
Figura 39. Niveles de Corriente Máxima.....	98
Figura 40. Nivel de Severidad Flicker-PST Fase A.....	100
Figura 41. Nivel de Severidad Flicker-PST Fase B.....	100
Figura 42. Nivel de Severidad Flicker-PST Fase C.....	101
Figura 43. Armónico Total de Voltaje Espectro de Distorsión.....	102
Figura 44. Armónica total de Voltaje Espectro de Distorsión.....	102
Figura 45. Factor de Potencia Fase B.....	104
Figura 46. Factor de Potencia Fase C.....	104
Figura 47. Frecuencia Mínima.....	105
Figura 48. Frecuencia Máxima.....	106
Figura 49. Frecuencia Media.....	106



Figura 50. Voltaje en el Neutro Mínimo.....	107
Figura 51. Voltaje en el Neutro Promedio	108
Figura 52. Voltaje en el Neutro Máximo	108
Figura 53. Corriente Mínima por el Neutro	109
Figura 54. Corriente Máxima por el Neutro.....	109
Figura 55. Corriente Promedio por el Neutro	110
Figura 56. Energía.....	111
Figura 57. Espectro de Voltajes	112
Figura 58. Paneles Solares en un Edificio.....	118
Figura 59. Irradiación Solar en Quito.	119
Figura 60. Diagrama de los Paneles Solares.	124
Figura 61. Diagrama Calentador Solar.....	126



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Balance Nacional de energía del Sistema Eléctrico Ecuatoriano	28
Tabla 2. Precios en KW/h.	41
Tabla 3 Valores del factor de potencia.....	68
Tabla 4. Temperaturas de calentadores solares.....	78
Tabla 5. Valores de los niveles de tensión	91
Tabla 6. Niveles de tensión.	92
Tabla 7. Niveles de carga.....	96
Tabla 8. Análisis de Flicker.	99
Tabla 9. Resultados de Análisis de Armónicos.....	102
Tabla 10. Análisis y resultados del Factor de potencia.....	103
Tabla 11. Tensión y corriente circulante por neutro.	107
Tabla 12. Energía Registrada por el Equipo	111
Tabla 13. Observaciones de resultados obtenidos.....	113
Tabla 14. Costos de materiales e instalación fotovoltaica para 5kW.....	126
Tabla 15. Costos de material e instalación del calentador de agua solar.	127
Tabla 16. Ahorro energético en servicios generales	129
Tabla 17 Inventario luminarias edificio el re.....	130
Tabla 18 Estudio de la carga y demanda del edificio el rey.....	131

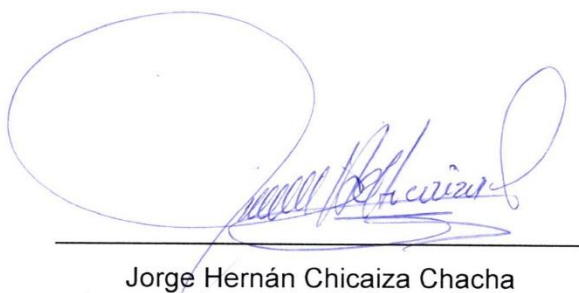


**Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional**

Jorge Hernán Chicaiza Chacha en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Estudio técnico del consumo de energía eléctrica en el edificio El Rey para la implementación de energía renovable”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, septiembre de 2018.



Jorge Hernán Chicaiza Chacha
C.I. 0502137094



**Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional**

Oscar Fernando Quisaguano Escobar en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Estudio técnico del consumo de energía eléctrica en el edificio El Rey para la implementación de energía renovable”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, septiembre de 2018.

Oscar Fernando Quisaguano Escobar
C.I. 1711740413



Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, Jorge Hernán Chicaiza Chacha, autor del trabajo de titulación “Estudio técnico del consumo de energía eléctrica en el edificio El Rey para la implementación de energía renovable”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, septiembre de 2018.

Jorge Hernán Chicaiza Chacha
C.I. 0502137094



Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, Oscar Fernando Quisaguano Escobar, autor del trabajo de titulación “Estudio técnico del consumo de energía eléctrica en el edificio El Rey para la implementación de energía renovable”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, septiembre de 2018.

Oscar Fernando Quisaguano Escobar
C.I. 1711740413



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Certifico que el trabajo de titulación “Estudio técnico del consumo de energía eléctrica en el edificio el Rey para la implementación de energía renovable”, ha sido desarrollado por los estudiantes: Jorge Hernán Chicaiza Chacha con C.I.: 0502137094 y Oscar Fernando Quisaguano Escobar con C.I.: 1711740413

Cuenca, Agosto de 2018

Ing. Wilson Fernando Mogrovejo León

PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



UNIVERSIDAD DE CUENCA

El tutor del Edificio el Rey certifica que el Trabajo de Titulación “Estudio técnico del consumo de energía eléctrica en el edificio el Rey para la implementación de energía renovable”, ha sido desarrollado por los estudiantes: Jorge Hernán Chicaiza Chacha con C.I.: 0502137094 y Oscar Fernando Quisaguano Escobar con C.I.: 1711740413

Cuenca, Agosto de 2018

Ing. Francys Lissette Reyes Aman
GERENTE GENERAL INMOBILIARIA EL REY
TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



UNIVERSIDAD DE CUENCA

**ESTA TESIS HA SIDO DESARROLLADA DENTRO DEL CONVENIO ENTRE
LA UNIVERSIDAD DE CUENCA Y EDIFICIO EL REY QUITO - ECUADOR.**



ABREVIATURAS

MEER	Ministerio de Electricidad y Energía Renovable
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
IEC	Comisión Electrotecnia Internacional
SFV	Sistema Fotovoltaico
CNEL	Corporación Nacional de Electricidad
EP	Empresa Pública
CELEC	Corporación Eléctrica del Ecuador
TRANSELECTRIC	Transmisión Eléctrica
ARCONEL	Agencia de Regulación y Control de la Electricidad
INECEL	Instituto Ecuatoriano de Electrificación
LOSPÉE	Ley Orgánica del Servicio Público de la Energía Eléctrica
ANE	Agencia Nacional de Energía
KV	Kilovoltios
3F	Trifásico
MVA	Mega voltamperio
NEC	Norma Técnica de la Construcción
SIN	Sistema Nacional Interconectado
PNBV	Plan Nacional del Buen Vivir
FAE	Fuentes Alternas De Energía
COPFP	Código Orgánico De Planificación Y Finanzas Públicas



UNIVERSIDAD DE CUENCA

LFCs	Lámparas Fluorescentes Compactas
CPC	Colector Parabólico Concéntrico
IDEA	Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
MICSE	Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos
UE	Unión Europea



AGRADECIMIENTOS

La gratitud es lo más valioso que tiene el ser humano, y más aún cuando los consejos, apoyos y experiencias aportan significativamente en tu vida y te hacen mejor persona; por eso un agradecimiento especial a mis padres y a mis hermanos por su comprensión y apoyo incondicional, un agradecimiento especial a mi hermano Diego Chicaiza por su ayuda desinteresada, a mi director Ing. Fernando Mogrovejo por su paciencia y comprensión, a la Srta. Ing. Francys Lissette Reyes por la logística, y a todos quienes hicieron posible el feliz término de ésta gran meta.

Jorge

Agradezco a Dios por bendecir mi vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad. Gracias a mi hermosa madre Hortensia y a mi hermano Roberto por ser los principales promotores de mi sueño, por confiar y creer y confiar en mí, por los consejos, valores y principios que me inculcaron.

Fernando



DEDICATORIAS

Al cumplir esta meta tan importante, quiero dedicar este triunfo a mí querida esposa Sandra, a mis Padres José Augusto y María Carmelina, las personas más importantes en mi vida, quienes siempre estuvieron a mi lado y nunca dejaron de confiar en mí. Como olvidarme de todos y cada uno de los profesores que me impartieron sus conocimientos sus enseñanzas, su dedicación y su tiempo quienes además de enseñarme hicieron que mi paso por la Universidad de Cuenca fuera agradable y muy amena.

Jorge

Quiero dedicar este sueño cumplido a alguien muy especial, gracias a esta persona logre el objetivo, primero terminar mi bachillerato y ahora mi carrera universitaria, gracias a esta persona que estuvo cerca de mi ofreciéndome sus mejores consejos para seguir adelante sin desmayar, gracias a ti. También quiero dedicar este triunfo a mis 4 hijos y a todos mis profesores por confiar en mí.

Fernando



CAPITULO I: GENERALIDADES.

1.1 Introducción

Durante siglos, la energía eléctrica, ha sido un pilar fundamental en el desarrollo de la sociedad y prácticamente la base del funcionamiento productivo y económico a nivel mundial. Hoy en día, el modelo consumista esta direccionado en forma directa con el incremento energético, lo cual exige la optimización del consumo y buscar medios alternativos para la generación de energía.

El estudio de la energía solar ha experimentado cambios considerables en el transcurso de los años, esto debido a que en el medio en el cual se va a desenvolver está en un punto crítico del aspecto ambiental por ello es necesario e importante buscar alternativas en el tema de generación de energías, haciendo uso de energías renovables, aprovechando que en el Ecuador se cuenta con estos recursos siguiendo los pasos de países desarrollados a nivel mundial. [1]

Es necesario conocer todos y cada uno de los elementos que forman parte de la generación eléctrica. A partir de fuentes no convencionales, especialmente si se desea incorporar fuentes de energías renovables en el edificio para que este sea autosustentable desde el punto de vista técnico - económico y para producir energía propia que permita ahorrar costos en pagos a empresas distribuidoras.

Un sistema de energía renovable es la generación fotovoltaica, la que se encuentra constituida por paneles solares, inversores, baterías, reguladores de carga, medidores bidireccionales, cableado, protecciones para el sistema, etc., mediante los cuales se deberá realizar un análisis para la implementación dentro de cualquier sistema de energía.

Más allá de proponer en el presente proyecto, una metodología para el estudio y optimización del consumo de energía en el edificio, se busca analizar los aspectos técnicos y económicos para la viabilidad del proyecto renovable, en el uso de energías renovables, como una alternativa donde exista un beneficio a la sociedad, y el medioambiente, mejorar los índices de calidad y confiabilidad e ir consolidando los conceptos de energías renovables y generación distribuida. [4]



El edificio el Rey ubicado en la urbe de la capital con una infraestructura moderna exige propuestas acordes a las exigencias de las ordenanzas municipales y decretos de. Estado por lo que el tema de energía que no afecte al medio ambiente se ha convertido en una prioridad, a más de proponer una metodología de estudio busca indagar ampliamente el aspecto técnico y económico en lo referente al tema de energía renovable donde uno de los propósitos del edificio el Rey es contribuir con el medio ambiente y el desarrollo de la sociedad.

1.2 Justificación.

Actualmente el planeta atraviesa por una crisis climática, debido al agotamiento de los combustibles fósiles que son los principales recursos energéticos, tales como el carbón, el gas y el petróleo. En el país el 33% de la energía eléctrica es obtenida por medio de la generación térmica y el 64% corresponde a energía hidráulica (producida con agua) que aún es un recurso renovable, sin embargo, podría decirse que con el tiempo tiende a convertirse en la materia terrestre más escasa y buscada para el hombre, todo esto debido a la contaminación que ocasiona el ser humano. [7]

Es por esta razón que hay un gran interés en las fuentes de energía renovables como la energía solar (sol), la energía eólica (velocidad del viento), la energía mareomotriz (producida por las olas del mar) y la energía geotérmica (generada por el calor interno de la tierra), las cuales son amigables con el medio ambiente.

Con este trabajo de titulación se quiere mostrar la importancia de implementar sistemas de fuentes de energía solar con el propósito de reducir los costos en el consumo de energía utilizando fuentes de energía renovable.

1.3 Alcance.

El proyecto “Estudio técnico del consumo de energía eléctrica en el edificio EL REY para la implementación de energía renovable”, tiene como propuesta el realizar un análisis de calidad de energía en el edificio e implementar un sistema de generación fotovoltaica y calentamiento de agua sanitaria para cubrir la demanda de servicios generales en el edificio.



Todo lo descrito anteriormente debe permitir dar un alcance positivo en los aspectos económico y ambiental dentro de las políticas formuladas por el Ministerio del Medio Ambiente y la concientización y cooperación social con el uso de tecnologías amigables con el medio ambiente.

1.4 Objetivo General.

- Analizar la factibilidad de implementar energía renovable en el Edificio El Rey, mediante un estudio técnico de consumo de energía

1.5 Objetivos Específicos.

- Analizar las pérdidas de energía y eficiencia.
- Inspeccionar todas las instalaciones eléctricas en el edificio
- Describir los avances tecnológicos en cuanto a implementación de energías renovables en edificios.
- Desarrollar una metodología factible para evaluar y corregir pérdidas energéticas en el edificio.
- Aplicar el presente estudio al edificio.



CAPITULO II: ANTECEDENTES.

2.1 Situación General

La energía solar ha sido utilizada desde épocas muy antiguas, es en 1839 cuando Alexandre-Edmund Becquerel, descubre el efecto fotovoltaico y se impulsa esta tecnología con la publicación de Albert Einstein y el posterior desarrollo para naves aeroespaciales de la NASA. Todo lo anterior crea el escenario perfecto que hoy tiene a la energía solar FV, como una de las renovables de mayor desarrollo y aplicación en el mundo. Actualmente, los sistemas solares fotovoltaicos están siendo instalados masivamente en viviendas familiares en países como España, Estados Unidos, Alemania donde la utilización de estos permite un beneficio económico alto, tal como el retorno de impuestos fiscales, además de la venta de energía a la red, donde las electrificadoras en algunos casos están obligadas a la compra por encima del precio de venta. [3]

Entre las investigaciones y proyectos realizados en sistemas SFV, aplicados a países extranjeros se evidencia que a nivel mundial y en zonas donde la radiación solar es significativa, se están implementando sistemas solares. De manera tal que la inversión y sostenimiento de los sistemas se determinan tanto por el costo de la adquisición, como también por los retornos que estos sistemas representan, especialmente por beneficios fiscales, entre otros. [2]

2.2 Sistema Energético

La situación energética mundial actual es el resultado de la combinación de diversas tendencias económicas, políticas, tecnológicas, sociales y ambientales, entre otras que confluyen en un complejo panorama de crisis y ajustes, marcada en los años más recientes por una escalada de precios, sobre todo en los hidrocarburos y especialmente en el petróleo.

El aumento de los precios del petróleo, desde comienzos de este siglo, ha reforzado significativamente el cuestionamiento del modelo energético basado en los combustibles fósiles (petróleo, carbón mineral y gas natural), que avanzó gradualmente hasta llegar a ser dominante, a partir del último tercio del siglo XVIII con el acontecimiento de la Revolución Industrial en Inglaterra. [3]



Luego de dos siglos de despliegue de tales patrones energéticos han resultado más evidentes los límites del modelo vigente, tanto en el orden económico (altos precios de la energía), como en el plano social (inequidad y pobreza energética) y ambiental (implicaciones adversas para el entorno).

En las condiciones actuales se impone la necesidad de una reestructuración energética global que cambie significativamente los patrones actuales de generación y consumo de energía y que promueva el desarrollo sostenible. [4]

Las opciones energéticas futuras dependerán entonces de diversos factores y las diferencias en las emisiones de carbono serán criterios importantes en relación con el cambio climático. El agotamiento de los recursos no renovables y su disponibilidad serán indicadores de importancia en los precios futuros de los combustibles fósiles y el alcance de las iniciativas destinadas a proporcionar fuentes alternativas de combustibles. El peso que se dé a cada uno de estos factores y el grado de competencia entre los diferentes objetivos de política determinarán en gran medida el futuro del consumo de energía. [3].

2.3 Sistema Energético Ecuatoriano

El sector energético ecuatoriano es, sin lugar a dudas, la más significativa de las actividades económicas del país. Sin embargo, y a pesar de esta importancia, resulta muy difícil encontrar trabajos o publicaciones, que sobre base empírica y con un manejo apropiado de los aspectos técnicos, proporcionen una información global sobre el tema. [7]

El desarrollo energético ecuatoriano a través de los recursos renovables, fortalecerá el nivel de generación de energía y aumentará el porcentaje de viviendas con servicios eléctricos.

Además de esto, la expansión del sistema de generación desarrollo e innovación tecnológica, lo que dotará de fuentes de trabajo a la comunidad y traerá beneficios económicos al País.

Determinar la factibilidad de impulsar el aprovechamiento de una fuente energía renovable diferente de la hidroeléctrica, que aporte al crecimiento de demanda y a la



diversificación de la matriz energética actual, como es el caso de la energía solar modificar la matriz energética del País, es necesario el desarrollo e incentivo de planes y proyectos basados en energías renovables a nivel nacional. Como se observa en la tabla 1 [7]

Esto ayudará a reducir la dependencia de los combustibles fósiles, y a disminuir la contaminación del medio ambiente, generadas por el uso de los derivados del petróleo. Además, con el desarrollo de los recursos energéticos locales, se podrá garantizar el abastecimiento de energía eléctrica para contribuir a la estabilidad y mejora de la calidad de vida de los ecuatorianos.

Tabla 1. Balance Nacional de energía del Sistema Eléctrico Ecuatoriano

Fuente: Autores

Energía Entregada para Servicio Público		GWh	%
Energía Renovable	Hidráulica	11,998.74	55.34%
	Eólica	82.67	0.38%
	Solar	20.77	0.10%
	Térmica Turbovapor (1)	284.13	1.31%
Total Energía Renovable		12,386.31	57.13%
Energía No Renovable	Térmica MCI	3,596.03	16.59%
	Térmica Turbogás	2,475.91	11.42%
	Térmica Turbovapor	2,473.90	11.41%
Total Energía No Renovable		8,545.83	39.41%
Total Producción Nacional		20,932.14	96.54%
Interconexión	Importación	750.13	3.46%
Total Energía Entregada para Servicio Público		21,682.27	100.00%



Los recursos naturales que dispone el Ecuador, es decir, las fuentes primarias de energía que abastecen al sistema, son los siguientes:

- Recursos Hídricos
- Derivados de Petróleo
- Irradiación Solar.
- Recursos forestales y agrícolas (deshechos de la caña de azúcar).

El primero es el recurso natural más importante para la generación de electricidad. En la actualidad, gran parte de la electricidad ecuatoriana es generada mediante este recurso; el resto es aportado por centrales térmicas.

Los derivados de petróleo se utilizan en la generación térmica. Sin embargo, la disponibilidad de los mismos, especialmente en el caso de los derivados livianos, no es suficiente para abastecer todos los requerimientos nacionales, por lo cual el Ecuador debe suplir esta deficiencia mediante la importación. [3]

Estas transformaciones se realizan en las centrales eléctricas térmicas, tanto del sector público como del privado. Conjuntamente con las reservas de petróleo, el Ecuador dispone de otro recurso energético, el gas asociado de petróleo. [4]

La Irradiación Solar. Es la transferencia de energía por ondas electromagnéticas provenientes del sol. El sol emite un amplio espectro de radiaciones, desde rayos gamma hasta longitudes de onda largas, de tipo infrarrojo. La radiación UVA alcanza el suelo con valores del orden de 50 W/m^2 al mediodía en verano.

Aproximadamente la mitad de la radiación solar es infrarroja y responsable del efecto calorífico inmediato que se siente en la exposición solar. [5]

Finalmente, el Ecuador dispone de recursos forestales y agrícolas (deshechos de caña de azúcar) para el abastecimiento de energía primaria



Los recursos forestales son fuente de energía principalmente en el medio rural, a través de la explotación de la leña. Tienen la particularidad de no pasar por un mercado formal, sino que el consumidor se lo apropia directamente, y, por otro lado, se consume en su forma primaria, es decir, tal cual se presenta en la naturaleza. La leña también puede ser sometida a transformaciones para la producción del carbón vegetal. [3]

2.4 Inversión de Energías Renovables en el Ecuador

El uso eficiente de la energía, promueve una sostenibilidad económica y ambiental mediante la adopción de hábitos responsables y la incorporación de nuevos paradigmas para la implementación de inversiones a nivel tecnológico y de gestión en un sistema eléctrico.

2.4.1 Hidroeléctrica.

El potencial hídrico estimado, a nivel de cuencas y subcuencas hidrográficas es del orden de 15.000 m³/s distribuidos en la superficie continental ecuatoriana. Este potencial se distribuye en dos vertientes: Amazónica al este y del Pacífico al oeste, con una capacidad de caudales del 71% y 29%, respectivamente. El área de la Vertiente Oriental corresponde al 53% de la superficie del País. [7]

El INECEL, a través del Plan Maestro de Electrificación, realizó un inventario hidroeléctrico, para lo cual se dividió al País en 31 cuencas hidrográficas. Su estudio determinó un potencial lineal teórico de 93.435 MW. La clasificación de las cuencas se realizó en función de su potencial lineal específico. [15]

El Ecuador posee una gran riqueza en lo que tiene que ver con sus recursos hídricos. Debido a las especies condiciones geomorfológicas, por la presencia de la Cordillera de Los Andes, que divide al territorio continental en dos redes fluviales importantes. Las cuencas que nacen en esta cordillera, luego del recorrido por sus estribaciones llegan a las llanuras de la costa y al océano Pacífico, por una parte, y por otro costado hacia la Región oriental, y que luego se constituyen en afluentes del río Amazonas. [3]



2.4.2 Recurso Solar

La ubicación geográfica del Ecuador, lo convierte en un país privilegiado en lo que a recurso solar se refiere. Esto se debe a que el ángulo de incidencia de la luz solar, es perpendicular a su superficie durante todo el año, situación que no ocurre en otros sitios del planeta, en donde el ángulo de incidencia de la luz solar, varía acorde a las estaciones del año.

Esta ventaja posicional del Ecuador, se traduce en la recepción de una mayor y constante cantidad de radiación solar, misma que varía dentro del territorio nacional únicamente por condiciones climatológicas locales y que varían además de acuerdo a la cercanía o lejanía del Sol.

Desde agosto del 2008, el Ecuador cuenta ya con un Atlas de Irradiación Solar, desarrollado por la Corporación para la Investigación Energética, en el que se pueden encontrar datos geo referenciados de: energía solar promedio mensual y anual de los valores diarios, la insolación total (directa y difusa) e insolación global sobre una superficie horizontal y contiene los promedios mensuales (dentro del período mencionado) de cada una de ellas, expresados en $\text{Wh/m}^2/\text{día}$. [3]

2.4.3 Recurso Eólico

Por su evolución, las turbinas eólicas se encuentran ya en la etapa de comercialización y pueden competir, desde el punto de vista económico, con la energía generada por grupos electrógenos en las poblaciones aisladas, a donde no llega la red de distribución. Se estima que las turbinas eólicas actuales necesitan de una velocidad del viento de 4 a 6 m/s, y permiten extraer aproximadamente el 40% de la potencia disponible en una corriente de aire. [4]

2.4.4 Recurso de Biomasa

El Ecuador es un país de naturaleza agrícola, donde se pueden encontrar grandes y diversas plantaciones de plátano, palma africana (palma aceitera), caña de azúcar, cacao, arroz, maíz, entre otros. Cuando estos productos entran en su fase de cosecha, se separa gran parte de la planta de los frutos y posteriormente las agroindustrias se encargan de



hacer una separación definitiva antes de entrar a la producción final. Esta separación genera importantes cantidades de desechos orgánicos que constituyen biomasa residual que puede ser aprovechable con fines energéticos.

El bagazo de la caña de azúcar es el único tipo de biomasa que se utiliza para generar electricidad

En las provincias de Manabí, Guayas, Santa Elena, Azuay, El Oro y Loja se conoce de la existencia de piñón, el mismo que se desea aprovechar para garantizar el abastecimiento de aceite en la isla Floreana e Isabela. [4]

2.4.5 Energía Solar Fotovoltaica

Actualmente las Energías Renovables están a la cabeza del desarrollo tecnológico del futuro. Se espera un incremento de su uso y para ello se exponen numerosas planificaciones energéticas.

A lo largo de la historia la energía solar fotovoltaica ha desarrollado su tecnología en términos de eficiencia, diseño y costos con el fin de llegar a convertirse en una fuente primaria de energía limpia en el mundo. [6]

Según el informe, las proyecciones de la energía solar fotovoltaica en 2030 en el mundo serían: [7]

- Potencia instalada: 1.272.000 MW.
- Producción de electricidad: 1,8 billones de kilovatios-hora (1.802 TWh).
- Consumidores con conexión a red: 776 millones.
- Consumidores sin conexión a red: 2.894 millones.
- Potencial de creación de empleo: 6,33 millones de puestos de trabajo.
- Valor de mercado: 318.000 millones de euros al año.



- Costo de la electricidad solar: de 0,07 a 0,13 euros por kWh dependiendo del lugar. [7]
- Demanda mundial de electricidad abastecida con energía solar fotovoltaica: 6,4-9,4% en 2030, 20-28% en 2040. [7]

2.4.6 Beneficios de Energía Fotovoltaica

- Los sistemas fotovoltaicos son actualmente una de las inversiones más rentables.
- La utilización del Sol como fuente de energía supone grandes ventajas.
- Los usos dados a la Energía Solar Fotovoltaica pueden ser numerosos.
- Los sistemas aislados de la red pueden tener usos como viviendas, bombeos, repetidores de telecomunicaciones, mediante instalaciones conectadas a la red eléctrica se pueden utilizar para instalaciones pequeñas, como sería el caso de viviendas o aplicaciones a mayor volumen, como sería el caso de centrales, de hasta 5MW.
- La energía solar fotovoltaica representa una buena solución para aquellas zonas donde la energía eléctrica no llega, preservando las condiciones del entorno, como puede ser en el caso de los Parques Protegidos.

Una de las principales acciones positivas que supone su uso es la reducción de emisiones de CO₂. Según fuentes del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), cada KWh generado con energía solar fotovoltaica evita la emisión a la atmósfera de aproximadamente un kilo de CO₂ comparándolo con la generación eléctrica con carbón y aproximadamente 400 g. de CO₂ en el caso de compararlo con la generación eléctrica con gas natural. [4]



2.5 Energía Fotovoltaica en el Ecuador

En general las energías renovables son una valiosa alternativa a la demanda siempre creciente de energía, no obstante, las inversiones se rigen por las leyes económicas y el tiempo de recuperación de la inversión.

Es conocido que las energías renovables ya han superado el problema a corto y medio plazo para alcanzar cotas de rentabilidad, debido a las fluctuaciones del costo de las energías convencionales, y a la demanda de la ERNC que es creciente debido a la toma de conciencia por parte de los poderes públicos, motivados principalmente por los problemas medio ambientales. [4]

Además, es preciso señalar que el sol como una fuente de vida y de energía garantizada, ofrece la radiación solar que recibe la tierra, y que en un día es equivalente a la necesaria a nivel mundial en 25 años; por esta razón es conveniente aprovechar esta fuente de energía. [4]

Las aplicaciones más significativas de la energía solar fotovoltaica son la agricultura, alumbrados, casas rurales y de campo, empresas de servicios, transporte, producción de energía para la venta a compañías eléctricas, incluso, es también para los próximos años,

Una alternativa para bombeo de agua y electrificación de lugares remotos en países de desarrollo. La energía solar fotovoltaica se basa en el aprovechamiento energético de un recurso renovable e inagotable como es la radiación solar, transformándola en energía eléctrica. [6]

En el Ecuador, actualmente se cuenta con la Regulación 004-11 “Tratamiento para la energía producida con recursos Energéticos Renovables No Convencionales” sin embargo no se tiene una regulación aplicable únicamente para instalación de fotovoltaica conectada a red en cubiertas; es así, que, considerando su amplia existencia, se plantea el diseño de una planta fotovoltaica conectada a la red, con el propósito de indicar su aporte energético, rentabilidad y contribución del medio ambiente. [6]

En el 2008 terminó con una potencia instalada de 3.120MW, lo que supone seis veces más que la del año anterior, con un liderazgo en la utilización de seguidores solares



potenciando tecnologías como módulos solares de capa delgada y de concentración, aportando un 7% de la producción mundial de generadores fotovoltaicos. España se encuentra a la cabeza de Europa en energía solar termoeléctrica. Se coloca en segunda posición en energía eólica y fotovoltaica y el tercero en mini hidráulica. [5]

2.6 Normativas sobre Energía Renovables e Incentivos nacionales e Internacionales

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), acorde con su naturaleza jurídica de órgano rector y planificador del sector eléctrico; y en cumplimiento de las atribuciones y los deberes establecidos en la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica, ha elaborado, en coordinación con las entidades y empresas del sector eléctrico, el Plan Maestro de Electricidad, (PME), para el período 2016 – 2025, en concordancia con las disposiciones Constitucionales, Legales y Reglamentarias vigentes, con el Plan Nacional de Desarrollo; así como también, con la política nacional emitida por el señor Presidente de la República. [7]

2.7 Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER)

Art. 11.- Naturaleza jurídica. - Es el órgano rector y planificador del sector eléctrico. Le corresponde definir y aplicar las políticas; evaluar que la regulación y control se cumplan para estructurar un eficiente servicio público de energía eléctrica; la identificación y seguimiento d& la ejecución de proyectos; otorgar títulos habilitantes; evaluar la gestión del sector eléctrico; la promoción y ejecución de planes y programas de energías renovables; los mecanismos para conseguir la eficiencia energética, de conformidad con lo dispuesto en la Constitución y la ley. [7]

Art. 12.- Atribuciones y deberes. - Son atribuciones y deberes del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable en materia eléctrica, energía renovable y eficiencia energética. [7]

Las disposiciones 9 y 15 de la Normativa acerca de las disposiciones de la energía renovable dicen lo siguiente:

9.- Impulsar la investigación científica y tecnológica en materia de electricidad, energía renovable y eficiencia energética;



15.- Mantener actualizado el inventario de los recursos " energéticos del país con fines de producción eléctrica;

2.8 Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica

Artículo 1.- tiene por objeto garantizar que el servicio público de energía eléctrica cumpla los principios constitucionales de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad, calidad, sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia, para lo cual, corresponde a través del presente instrumento, normar el ejercicio de la responsabilidad del Estado de planificar, ejecutar, regular, controlar y administrar el servicio público de energía eléctrica. [7]

2.9 Eficiencia Energética y Normativas

2.9.1 Eficiencia Energética

Un aparato, proceso o instalación es energéticamente eficiente cuando consume una cantidad inferior a la media de energía para realizar una actividad. Una persona, servicio o producto eficiente comprometido con el medio ambiente, además de necesitar menos energía para realizar el mismo trabajo, también busca abastecerse, si no por completo, con la mayor cantidad posible de energías renovables (también llamadas energías alternativas). [5]

La eficiencia energética busca proteger el medio ambiente mediante la reducción de la intensidad energética y habituando al usuario a consumir lo necesario y no más. Las emisiones de que se envía a la atmósfera son cada vez mayores y, por ese motivo, la eficiencia energética se ha convertido en una forma de cuidar al planeta ya que, no solo está en usar electrodomésticos que consuman menos, sino en que consumir en forma eficiente y de forma más “verde”, como se observa en la Figura 1.

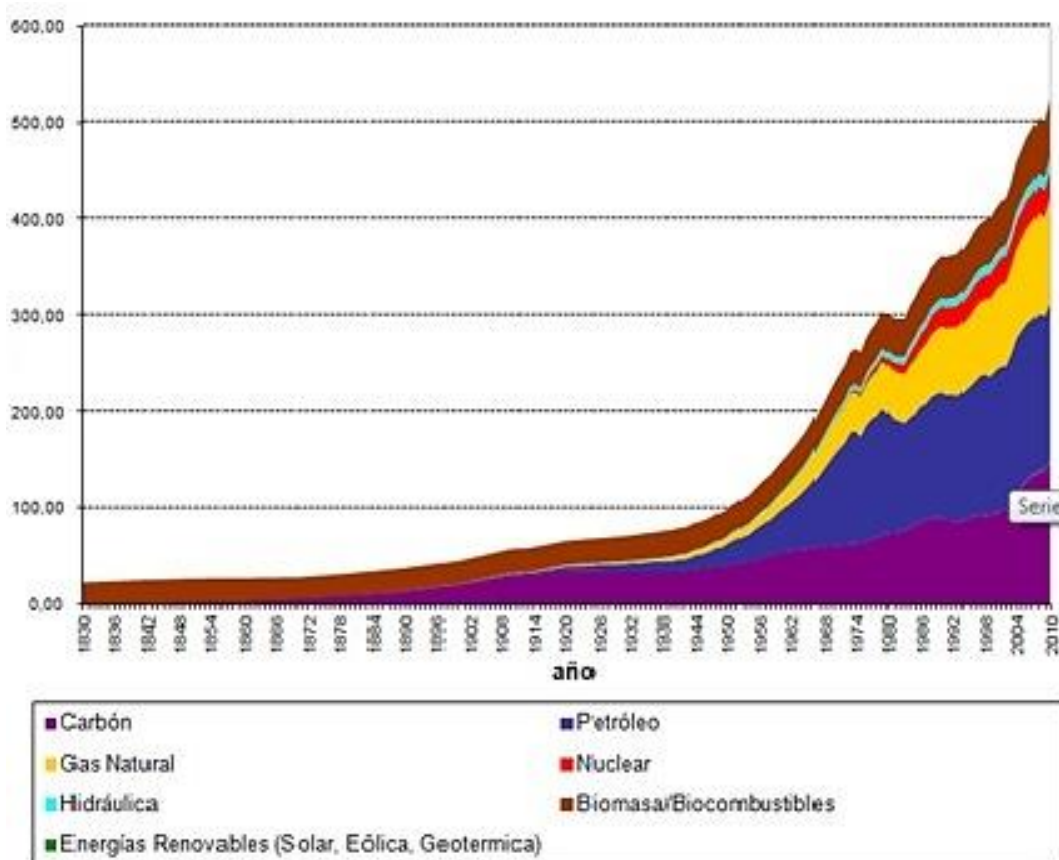


Figura 1. Datos sobre eficiencia energética.
Fuente: <https://www.oas.org/dsd/reia/Documents/reec>

2.9.2 Normativas de Energía, Calidad y Ahorro Energético.

El 9 de julio de 2007, mediante Decreto Ejecutivo N° 475, el Gobierno del Ecuador escindió el Ministerio de Energía y Minas en dos ministerios: el Ministerio de Minas y Petróleos y el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER). La Constitución de la República del Ecuador, publicada en el Registro Oficial 449 del 20 de octubre de 2008, en el artículo 413 establece que “El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables diversificadas, de bajo impacto, que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas y el derecho al agua”. Esto se refleja en el objetivo 7 del Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017 (PNBV) en las políticas y lineamientos estratégicos 7.7, 7.8 y 7.9, que señalan la necesidad de “Implementar tecnologías, infraestructuras y esquemas tarifarios para incentivar la eficiencia energética en los diferentes sectores de la economía”, así como “Promover



patrones de consumo conscientes, sostenibles y eficientes con criterios de suficiencia dentro de los límites del planeta”. En el Registro Oficial N° 418 del 16 de enero de 2015, se publicó la Ley Orgánica del Servicio Público de la Energía Eléctrica (LOSPEE), que establece que el MEER es el órgano rector y planificador del Sector Eléctrico y le corresponde definir y aplicar las políticas; evaluar que la regulación y control se cumplan para estructurar un eficiente servicio público de energía eléctrica; identificar y dar seguimiento a la ejecución de proyectos; otorgar títulos habilitantes, y evaluar la gestión del sector Eléctrico, la promoción y ejecución de planes y programas de energías renovables y los mecanismos para conseguir la eficiencia energética, de conformidad con lo dispuesto en la Constitución y la Ley. Así también, en el Artículo 12, Capítulo II, Título III, de dicha ley, se establece entre sus atribuciones y deberes la elaboración del Plan Nacional de Eficiencia Energética (PLANEE). Por otro lado, la Agenda Nacional de Energía (ANE), elaborada por el Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos (MICSE), plantea como su objetivo lograr “un Ecuador con uso eficiente de la energía”, y establece entre los lineamientos y acciones para su consecución:

- Mantener una institucionalidad sólida para la eficiencia energética para garantizar su transversalidad.
- Garantizar la implementación de la eficiencia energética sobre la planificación adecuada.
- Incrementar la calidad y optimizar la gestión de la información sobre los usos energéticos.
- Sostener la eficiencia energética sobre un marco normativo sólido
- Alentar la creación de mecanismos de mercado y promover la gestión de los esquemas de financiamiento para la eficiencia energética.
- Impulsar la adopción de conductas eficientes en materia energética.
- Formar y certificar expertos en eficiencia energética en cumplimiento a lo establecido anteriormente.



Esta Cartera de Estado presenta el PLANEE como un instrumento de política pública que busca mejorar los hábitos de consumo energético, mediante la incorporación de la eficiencia energética en los sectores relacionados con la provisión y uso de la energía. Con la implementación del PLANEE, el Ecuador cumplirá iniciativas internacionales orientadas a “garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna”, meta establecida por las Naciones Unidas en el séptimo Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS-7) y “duplicar el índice global de la mejora en eficiencia energética”, objetivo esencial de la iniciativa Energía Sostenible para Todos (SE4ALL). [7]

2.9.3 Objetivos de la Unión Europea para 2020

La Unión Europea mediante su Directiva de eficiencia energética en edificios (EPBD) apuesta por las energías renovables y la producción, implicando a todos los sectores de la construcción a trabajar intensivamente para lograr a los objetivos para 2020.

Este desafío es que todos los edificios deben tener un “Consumo energético eficiente”. Además, la poca energía que estos edificios deben consumir, ésta debería ser producida por energías procedentes de fuentes renovables producidas en su entorno. [11]

2.9.4 Objetivo 20/20/20

El Objetivo 20-20-20 es un compromiso pactado y firmado entre los Estados miembros de la Unión Europea para alcanzar una mayor eficiencia energética. La idea surge a raíz de la mayor concienciación sobre la seguridad energética, el cambio climático o la reducción del consumo energético, por poner algunos ejemplos. Este compromiso energético se plasma en la (Directiva 2012/27/UE). Con este texto se establecen una serie de objetivos para alcanzar en 2020, como se observa en la Figura 2.

Reducir las emisiones GEI (Gases de Efecto Invernadero) en un 20 % con respecto a las cifras de 1990. Esta cifra aumentaría a un 30 % si se alcanza un acuerdo entre las diversas naciones. [7]

Obtener al menos el 20 % del consumo energético a partir de fuentes renovables, y al mismo tiempo cubrir el 10 % de las necesidades del transporte con biocombustibles. [7]

Reducir un 20 % el consumo energético respecto a las cifras proyectadas para el 2020.

Entre las medidas que debe asegurar cada uno de los Estados se incluyen estrategias para la movilización de inversiones con el objetivo de renovar los edificios existentes, tanto públicos como privados, la promoción de un uso eficiente de la energía por parte de los clientes finales, al tiempo que estos reciben contadores precisos a un precio competitivo, y el fomento de los servicios energéticos y su fácil acceso para las pequeñas y medianas empresas. [2]



Figura 2. Eficiencia Energética Estrategia 20/20/20.

Fuente: <http://www.lacasaqueahorra.org/los-objetivos-de-la-union-europea>

2.9.4.1 Precios de la Energía Renovable y el Incentivo del Estado Ecuatoriano

El Estado ecuatoriano, consiente de los excesivos costos por generación eléctrica, ha planteado una reglamentación para compensar los gastos en la producción de generación eléctrica renovable por costos de Kwh, como se muestra en la Tabla 2.

La REGULACIÓN No. CONELEC – 009/06, basada en el Art. 63. De la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, menciona:

El Estado fomentará el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales a través de los organismos públicos, la banca de desarrollo, las universidades y las instituciones privadas.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

La seguridad energética para el abastecimiento de la electricidad debe considerar la diversificación y participación de las energías renovables no convencionales

Es de fundamental importancia la aplicación de mecanismos que promuevan y garanticen el desarrollo sustentable de las tecnologías renovables no convencionales considerando que los mayores costos iniciales de inversión.

Tabla 2. Precios en KW/h.

Fuente: Autores.

CENTRALES	TERRITORIO CONTINENTAL PRECIO(USD/KWh)	TERRITORIO INSULAR DE GALAPAGOS PRECIO (USD/KWh)
FOTOVOLTAICAS	52.04	57.24
EOLICAS	9.36	12.21
GEOTERMICAS	9.28	10.21
BIOMASA Y BIOGAS	9.67	10.64
PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS DE HASTA 5 MW	5.80	6.38

CAPITULO III: ENERGÍA, CALIDAD Y AHORRO ENERGETICO

3.1 Energía Eléctrica y Generación.

El uso eficiente de la energía consiste en medidas y prácticas que conducen a que un sistema utilice menos energía para proveer los mismos resultados. La energía eléctrica tiene las cualidades de fácil generación y distribución, como se observa en la Figura 3.

La corporación eléctrica del Ecuador (CELEC) es una compañía estatal encargada de generar y de abastecer de energía eléctrica y bajo el control del Concejo Nacional de Electricidad (CONELEC).

La CELEC tiene una capacidad instalada de 1.941 megavatios (MW) mientras que su producción de energía es de alrededor de 9.825 gigavatios hora al año (GW h/año) lo que representa el 61% del consumo nacional. [10]

Para impulsar la generación fotovoltaica, CONELEC reformó en 2012 la regulación 04/11 y fijó una tarifa preferencial de U\$D 0,40 por kW/h de generación. [10]

En el marco de esa normativa, en enero de 2013, CONELEC firmó los permisos para que empresas nacionales y extranjeras construyeran 355 MW de potencia fotovoltaica en 91 proyectos (15 mayores a 1 MW y 76 menores a 1 MW). [8]

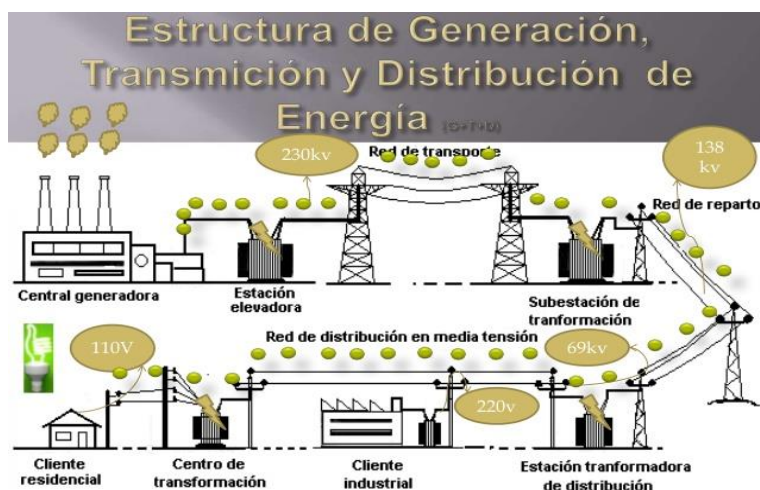


Figura 3. Generación y distribución de energía eléctrica
Fuente: <https://www.ecured.com>

3.2 Energía Solar

La energía producida por el sol lleva el nombre de energía solar. La intensidad de la radiación solar en el borde exterior de la atmósfera, si se considera que la tierra está a su distancia promedio del Sol, se llama constante solar, y su valor medio es $1,37 \times 10^6$, o unas 2 cal/min/ cm². Esa energía, arrojada anualmente a la superficie de la tierra, es superior a la energía que el hombre consume actualmente, por lo cual su aprovechamiento sería altamente beneficioso y su uso casi ilimitado. La energía solar se usa principalmente en dos formas, aunque cuenta con otros usos, una de ellas es utilizada para calentar comida o agua, conocida como energía solar térmica. Los principales aparatos que se usan en la energía solar térmica son los calentadores de agua y las estufas solares. La otra forma de utilizar la radiación solar es para convertirla en electricidad. [2]

3.2.1 Sistemas Fotovoltaicos

Si bien es cierto que se pueda utilizar la energía suministrada directamente (previamente regulada), la electricidad se presenta como Corriente Continua (+/- 24VCC), los artículos eléctricos con este tipo de energía son escasos. Por este motivo se requiere de un componente (Inversor), el cual transforma esta electricidad en 110-200 VAC y de esa forma hacer un uso eficaz de la Planta Fotovoltaica, como se muestra en la Figura 4.

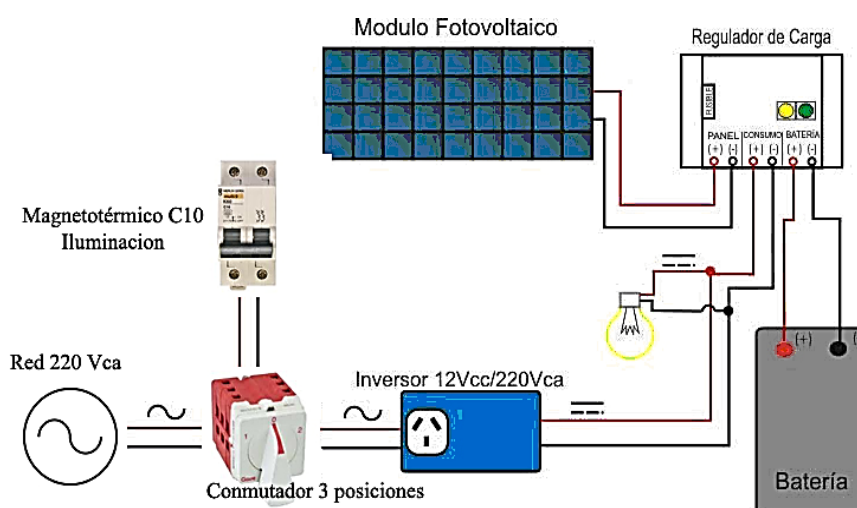


Figura 4. Generación de energía solar
Fuente: <http://www.industriasolarplima.com>

El sistema consta de los siguientes elementos:

- **Generador Solar:** está conformado por un conjunto de paneles solares fotovoltaicos los cuales son los encargados de convertir la energía solar o radiación solar en energía o corriente eléctrica continua a baja tensión (12 o 24 V).
- **Regulador de Carga:** este elemento regula y controla la sobre carga o descarga excesiva del acumulador o baterías; sirve como protección ante picos altos o bajos, que afectarían severamente al dispositivo, permitiendo que trabaje con un grado mayor de eficiencia y confiabilidad.
- **Acumulador o Baterías:** dispositivo para el almacenamiento de la energía producida por el generador. Permite disponer de corriente eléctrica fuera de las horas de luz o días nublados.
- **Inversor de Corriente:** este dispositivo permite convertir o transformar la corriente continua (DC) de bajo voltaje almacenada a corriente alterna (AC) a 120 V o 220 V; este dispositivo es opcional de acuerdo a las condiciones de operación de los equipos conectados al sistema.
- **Contador Bidireccional:** este dispositivo permite exportar y recibir energía eléctrica desde y hacia la red de distribución, cuando el (SFV) produce energía en exceso o consumir de esta cuando el consumo es superior al generado en el sistema.

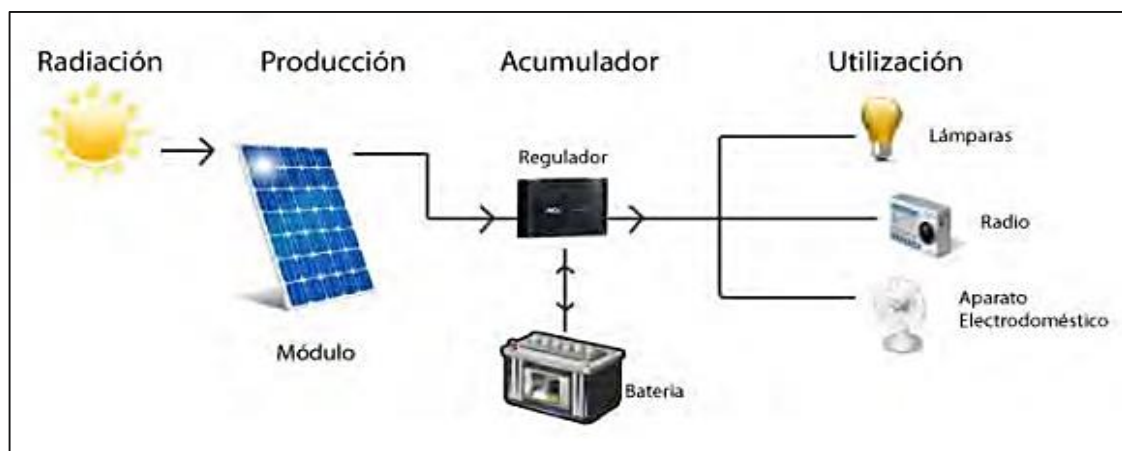


Figura 5. Instalación solar fotovoltaica sin inversor, utilización a 120VDC.

Fuente <http://www.industriasolarplima.com>

3.2.2 Celdas Fotovoltaicas

Las celdas fotovoltaicas son una de las fuentes de energía con mayor proyección para el futuro, ya que utilizan la energía la conversión directa de energía solar en energía eléctrica. El obstáculo más grande que tiene al momento la creación de campos fotovoltaicos es el costo elevado de los paneles solares y de producción de las celdas fotovoltaicas. Las celdas fotovoltaicas se fabrican de silicio (el segundo elemento más abundante en la tierra). Actualmente, existen celdas fotovoltaicas, como se observa en la Figura 5. [8]



Figura 6. Paneles solares.

Fuente: www.google.com celdas fotovoltaicas

➤ Ventajas con la Energía Solar Fotovoltaica

- La energía del sol es limpia y renovable.
- Es gratuita.
- No produce emisiones de gases contaminantes para la atmósfera.
- No consume combustibles, por lo tanto, no existe combustión de ningún tipo.
- Es silencioso, no produce ningún tipo de ruido.
- Su instalación es menos pesada en relación a sus componentes.



- Su instalación es simple y rápida.
- Requiere poco mantenimiento.
- Puede tener una vida útil de aproximadamente de 25 años.
- Es resistente a los cambios climáticos.
- Se puede instalar en sitios rurales donde no llega la red eléctrica.
- Fácil transporte de sus componentes

3.2.3 Aplicaciones de los Sistemas Fotovoltaicos

Las instalaciones solares fotovoltaicas por lo general son fáciles de mantener, ya que prácticamente se mantendrían solas, pero siempre se tiene que tener la precaución de verificar cada cierto tiempo, ya que, si no tiene el mantenimiento adecuado, muy probablemente empezará a tener problemas en un corto plazo y, por ello, reducirán el rendimiento de la instalación o acortamiento de su vida útil. En las instalaciones más comunes y básicas se tiene lo siguiente:

➤ En el Suelo

La ventaja de ubicar paneles fotovoltaicos en el suelo es que puede tener fácil accesibilidad para su instalación, ya que se convertiría en un proceso fácil, rápido y sencillo, pero a la vez son más sus desventajas al estar ubicados en este sitio, tales como pueden sufrir daños o roturas por estar expuestos a cualquier tipo de peligro, así también su deterioro sería más rápido ya que acumularía suciedad como tierra, polvo, hojas secas, en la Figura 6 se representa paneles solares en el suelo. [8]



Figura 7. Panel fotovoltaico al suelo.
Fuente: www.google.com celdas fotovoltaicas

➤ **En el Tejado.**

Es un lugar donde también es fácil la instalación, ya que se lo podría ubicar en el techo de una casa o edificio, a más que si se lo coloca sobre tejado podría ir perfectamente a la misma inclinación que mantiene el techo, haciendo que los paneles se mantengan limpios por si se presentan épocas de lluvia. En la Figura 8 se presenta un panel fotovoltaico en el tejado.



Figura 8. Panel fotovoltaico al tejado
Fuente: www.google.com celdas fotovoltaicas

➤ **Sobre una Estructura o Poste**

En este caso, hay diferentes tipos de aplicaciones, como se puede ver en nuestra ciudad se emplea paneles fotovoltaicos en la construcción de carreteras o puentes, donde se aprovecha la energía solar para que esta señalización se encuentre encendida por las noches para evitar cualquier tipo de accidente, además, estos se encuentran en las nuevas carreteras en el país donde se aplica para los radares de velocidad. Esta aplicación hoy en día es bastante interesante basado en el enfoque del tránsito en el Ecuador, de modo que se ahorra una gran cantidad de luz eléctrica y que a su vez el consumo de energía natural, hace de este instrumento uno muy importante en la señalética de nuestras avenidas y carreteras que se encuentran en remodelación o repavimentación. En la Figura 8. Presenta un panel fotovoltaico sobre una estructura o Poste.



*Figura 9. Panel fotovoltaico al Poste.
Fuente: fotografía*

3.2.4 Usos de la Energía Solar

La energía solar se clasifica según la tecnología y su uso general, entre estos se tienen:

Energía solar pasiva: no requiere elementos o sistemas mecánicos para aprovechar el calor del sol: Por medio de calentamiento directo o locales, con el efecto invernadero, se construyen viviendas y locales diseñados para aprovechar al máximo y minimizar las pérdidas de energía.



Energía solar térmica: aprovecha la radiación termica del sol para calentamiento de agua para uso sanitario y calefacción.

Energía solar fotovoltaica: Produce energía eléctrica a través de paneles solares semiconductores. La electricidad puede obtenerse también por medio del efecto fotoeléctrico. Las células fotovoltaicas presentan una eficiencia aproximada del 10 al 19%, sin embargo, algunos prototipos llegan al 30%, por lo cual se requieren cantidades significativas de paneles para la producción de energía con este sistema. [8]

Energía solar termoeléctrica: la radiación del sol calienta un fluido, por medio de éste y un ciclo térmico produce electricidad; Acumulación del calor solar: Usado especialmente para aprovechar el calor emanado por el sol, por medio del calentamiento de paneles por los cuales circula un fluido o agua, esta medida puede suponer un ahorro importante de energía, teniendo en cuenta que en países desarrollados el 5% de la energía es usada en calentar agua.

Energía solar híbrida: Combina la energía solar con otra energía. Según la energía con la que se combine es una hibridación y se puede usar para la Generación de electricidad con energía solar la cual se puede dar de varias formas, con sistemas termales, convirtiendo agua en vapor, mediante una turbina convencional, se genera electricidad; con este sistema se convierte energía eléctrica del orden del 20% de la energía calorífica que llega a los paneles.

Otra forma de aprovechamiento de la energía solar, diferente a la producción de energía eléctrica por medio de paneles solares foto voltaicos, corresponde a:

- Potabilizar agua.
- Estufas Solares.
- Secado.
- Evaporación.
- Destilación.



- Refrigeración.

Sistemas Fotovoltaicos

Un sistema solar fotovoltaico es un conjunto de dispositivos que aprovecha la radiación emanada por el sol para producir energía eléctrica en voltajes menores, y ser aprovechada directamente por dispositivos de iguales condiciones de voltaje o en baterías, como se muestra en la Figura 9. [8]

Los paneles fotovoltaicos están formados por dispositivos semiconductores tipo diodo que, al recibir radiación solar, generan una excitación provocando saltos electrónicos, los cuales son encargados de generar una pequeña diferencia de potencial en su extremo al ser acoplados en serie varios de estos fotodiodos permiten la obtención de voltajes mayores en una configuración fácil y aptas para alimentar pequeños dispositivos electrónicos.

A mayor escala, la corriente eléctrica continua de bajo voltaje que proporcionan los paneles fotovoltaicos se puede transformar en corriente alterna, de esta manera conectar a la red de distribución eléctrica, permitiendo así la venta de energía a la red, esta medida es rentable económicamente.

En zonas no interconectadas y donde se requiere baja potencia eléctrica, como en estaciones de meteorología, repetidoras de comunicación, intercomunicadores de peajes de carreteras, boyas de señalización entre otros, se emplean placas fotovoltaicas, las cuales son económicamente viables en su instalación.

Cuando mayor es la cantidad de luz que reciben los paneles solares, mayor es la cantidad de energía que produce el sistema (teniendo en cuenta la eficiencia de los dispositivos),

También corresponde un incremento en la energía que se almacena en las baterías, por lo tanto, en verano o en temporada de pocas lluvias y alta exposición solar, se tiene energía en abundancia. Caso contrario se refleja en días nublados o de lluvias, donde la radiación solar es mínima o nula, en esta forma la obtención de energía eléctrica disponible es menor.



➤ **Tipos de Sistemas Fotovoltaicos.**

Para la generación eléctrica por medio de la radiación solar con la implementación de paneles solares fotovoltaicos, se cuenta con diferentes formas de aprovechar la energía generada por el sistema, las variaciones de los mecanismos se ven reflejadas en la carga requerida, en los elementos instalados, y en la capacidad de operación del (SFV). A continuación, se describen tres formas de aprovechamiento de energía por medio de paneles solares:

■ **Sistema Solar Fotovoltaico de Autoconsumo o Autoconsumo Fotovoltaico.**

Este sistema hace referencia a la producción individual de energía eléctrica mediante la utilización de paneles solares fotovoltaicos, la condición de este sistema, según las normatividades, es que la generación eléctrica deberá ser consumida y no distribuida.

En un sistema de autoconsumo fotovoltaico semi-aislado se permite operar en las condiciones de consumo de la vivienda, de esta forma si los equipos instalados están consumiendo energía, el sistema solar los abastece, en caso que la energía producida sea superior a la energía requerida, la energía sobrante se dispone a un banco de baterías para su almacenamiento, de esta forma se puede consumir en momentos de baja radiación solar o en horas nocturnas. La diferencia de este sistema, es que siempre estará conectado a la red eléctrica, sin embargo, solamente consumirá de la red, en los momentos que los equipos conectados lo requieran.

■ **Sistema Solar Fotovoltaico Aislado.**

Se llama aislado, ya que la utilización de la energía solar es transformada en energía eléctrica y esta es consumida o almacenada por la vivienda por medio de bancos de baterías. La diferencia de este sistema, es que no cuenta con ningún nexo con las líneas de distribución eléctrica locales, y solo contempla la autonomía tanto del banco de baterías como la del SFV, como se muestra en la Figura 10. [8]

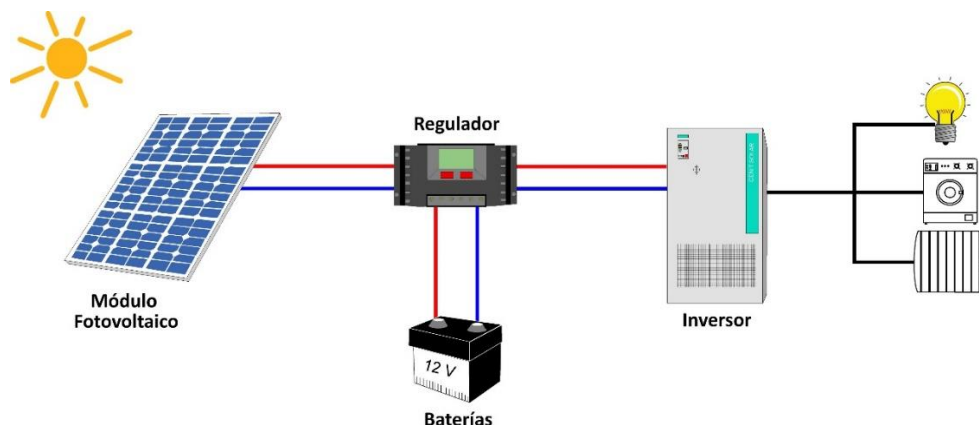


Figura 10. Sistema fotovoltaico aislado de la red.
Fuente: <http://www.industriasolarplima.com>

▪ Sistema Solar Fotovoltaico Conectado a red.

Al igual que el anterior sistema, la producción de energía es realizada por el SFV, la diferencia de este sistema, se ve reflejada en la posibilidad de entregar energía eléctrica a las redes de distribución, esto debido a los elementos instalados en el sistema, que permite tanto consumir o distribuir energía, así, el sistema inyecta energía en la red cuando su producción supera al consumo local, y extrae energía, en la Figura 11. Presenta un sistema fotovoltaico conectado a la red. [8]

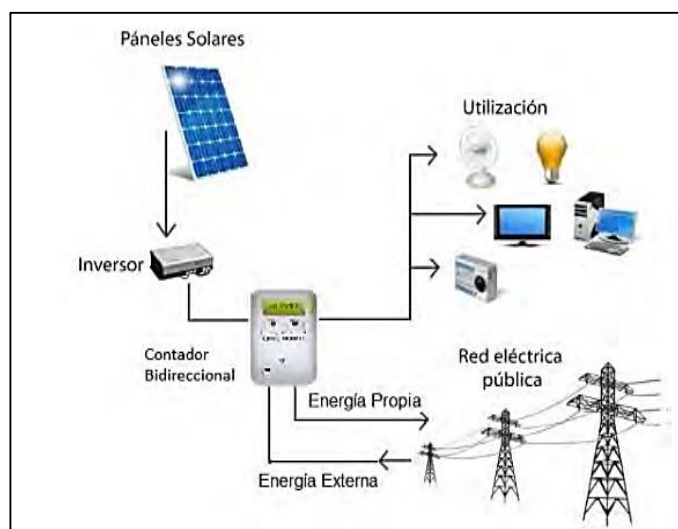


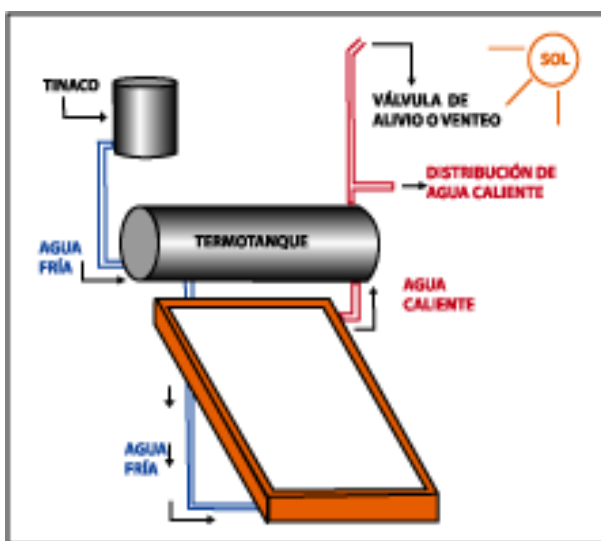
Figura 11. Instalación solar fotovoltaica conectada a la red.
Fuente: <http://www.industriasolarplima.com>

Calentadores Solares de Agua

Un calentador solar de agua es un sistema foto térmico capaz de utilizar la energía térmica del sol para el calentamiento de agua sin usar ningún tipo de combustible. Se compone de:

- Un colector solar plano, donde se captura la energía del sol y se transfiere al agua.
- Un termo tanque, donde se almacena el agua caliente.
- Un sistema de tuberías por donde circula el agua.

En ciudades con baja temperatura, están provistos de anticongelantes que evitan que el agua se congele dentro del colector solar plano, en la Figura 12. Presenta los componentes de un colector plano.



*Figura 12. Componentes de un calentador solar.
Fuente: www.solarhouse.com*

Los colectores solares térmicos o calentadores solares están divididos en tres clases

- De baja temperatura: Generan temperaturas menores a 65° C. Son ideales para calentar piscinas, uso doméstico de agua y actividades industriales en las que el calor del proceso no sea mayor a 60° C (pasteurización, lavado, etc.).
- De temperatura media: Generan temperaturas de entre 100 y 300° C.

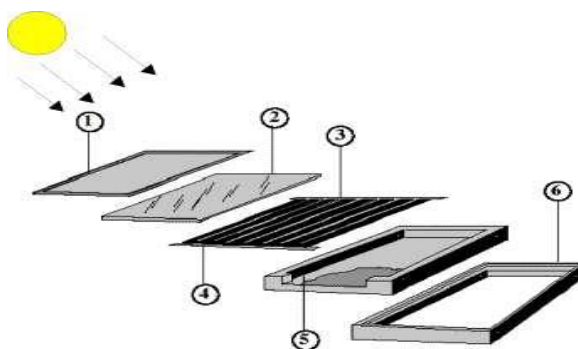
- De alta temperatura: Generan temperaturas mayores a 500°C , la cual se puede usar para generar electricidad y transmitirla a la red eléctrica; se instalan en regiones donde la posibilidad de días nublados es remota.

➤ **Colector Solar Plano**

El colector solar plano es el aparato más representativo de la tecnología solar fototérmica, y es éste el elemento más importante de los calentadores solares. Su principal aplicación es en el calentamiento de agua, aunque también se utiliza. Para secar productos agropecuarios mediante el calentamiento de aire y para destilar agua en comunidades rurales.

➤ **Partes Básicas de un Colector Plano**

1. Marco de aluminio o metálico.
2. Cubierta transparente, si se trata de vidrio debe tener bajo contenido en fierro.
3. Placa térmica colectora. Enrejado con aletas de cobre.
4. Cabezales de alimentación y descarga de agua.
5. Aislante térmico como poliéster, lana mineral, fibra de vidrio, etc.
6. Caja del colector, galvanizada



*Figura 13. Partes de un colector solar.
Fuente: www.solarhouse.com*



La mayoría de los colectores solares presentan las mismas dimensiones: 1.8 a 2.1 m² de superficie. Éste es conectado a un termotanque de almacenamiento que puede tener capacidad de 115 a 200 litros, aunque los hay de mayor capacidad; frecuentemente, a este tipo de sistema se le agrega dispositivos termostáticos de control con el fin de evitar congelamiento y pérdidas de calor durante las noches. A todo, en su conjunto se le llama: Calentador Solar. Como se muestra en la Figura 13. [15]

➤ **Funcionamiento de un Calentador Solar**

Los colectores solares domésticos tienen un funcionamiento en realidad muy sencillo. La luz solar se convierte en calor al tocar la placa térmica colectora, la cual puede ser metálica (fierro, cobre, aluminio, etc.) o de plástico. Esta debe ser oscura para lograr la mayor recolección de calor, por debajo de la misma se encuentran los cabezales de alimentación y circulación de agua, por donde el líquido “entra frío y sale caliente” del colector solar plano.

El agua circula dentro del sistema, mediante el mecanismo de termosifón, el cual se origina por la diferencia de temperatura que se genera en el agua debido al calentamiento proporcionado por el sol. Esto significa que, el agua caliente es más ligera que la fría y, en consecuencia, tiende a subir. Esto es lo que sucede entre el colector solar plano y el termotanque, con lo cual se establece una circulación natural sin necesidad de ningún equipo de bombeo.

Para que el agua se mantenga caliente y lista para usarse en el momento requerido, esta se almacena en el termotanque, el cual está forrado con un aislante térmico para evitar la pérdida de calor.

El calentador solar tiene la capacidad de proporcionar agua a una temperatura de hasta 65°C en un día soleado. Sin embargo, la temperatura del agua depende de la aplicación, que se le desee dar y de las condiciones climáticas. [15]

Por ejemplo, para calentar piscinas se requieren temperaturas del orden de 30° C, mientras que para tomar un baño lo adecuado son alrededor de 50° C. En un día soleado bastaran 2 horas de exposición solar para tener agua caliente; para obtener el 100% de la



capacidad instalada, será necesario una insolación de 5 a 6 horas, aunque esto puede variar dependiendo de la capacidad del modelo. [15]

Para tener agua caliente siempre lista para usar se recomienda seguir el “ciclo de calentamiento de agua” el cual, generalmente, va de las 10:00 hrs. a las 16:00 hrs. Durante este lapso de tiempo el calentador solar llega a su máxima capacidad. Por lo tanto, lo más recomendable es bañarse en la tarde y dejar suficiente agua para quien desee bañarse en la mañana. [15]

3.3 Ahorro Energético.

El ahorro energético consiste en la optimización del consumo energético con el objetivo final de disminuir el uso de energía sin que sea vea afectado el resultado final.

Son muchas las maneras que existe para contribuir con la cruzada a favor de un uso consciente de energía, entre las más destacadas el uso de lámparas fluorescentes y de tipo led en lugar de luces incandescentes, ya que las primeras consumen la cuarta parte de lo que consume la segunda con lo cual se reduciría el consumo de energía.

3.3.1 Plan Nacional de Eficiencia Energética (PLANEE)

110.2- Aprobación.

Los conductores y equipos exigidos o permitidos por este Código serán aceptables sólo si están aprobados.

La conveniencia del uso de un equipo puede ser identificada mediante una descripción marcada en o suministrada con un producto, que permite identificar la conveniencia de ese producto para un uso, medio ambiente o aplicación específicos.

1. La conveniencia de un equipo puede indicar mediante su listado o su etiquetado.
2. Su resistencia mecánica y durabilidad, incluida la calidad de la protección suministrada, para las partes diseñadas para encerrar y proteger otro equipo.
3. El espacio para el doblar de alambres y doblar y conectar alambres para hacer las conexiones.



4. El aislamiento eléctrico.
5. Los efectos del calentamiento en condiciones normales de uso y también en condiciones anormales que puedan presentarse durante el servicio.
6. Los efectos de los arcos eléctricos.
7. Su clasificación por tipo, tamaño, tensión, capacidad de corriente y uso específico.
8. Otros factores que contribuyan a la salvaguarda de las personas que utilicen o que puedan entrar en contacto con el equipo.

Código eléctrico nacional 24 Artículo 110. Requisitos para instalaciones eléctricas.

(B) Instalación y uso. Los equipos listados o etiquetados se deben instalar y usar de acuerdo con las instrucciones incluidas en el listado o etiquetado.

110.4.- Voltajes. A lo largo de este Código, las tensiones o voltajes considerados deben ser aquellos a los que funcionan los circuitos. La tensión nominal de un equipo eléctrico no debe ser inferior a la tensión nominal del circuito al que está conectado.

110.5.- Conductores. Los conductores normalmente utilizados para transportar corriente deben ser de cobre, a no ser que en este Código se indique otra cosa. Si no se especifica el material del conductor, el material y los calibres que se den en este Código se deben aplicar a conductores de cobre. Si se utilizan otros materiales, los calibres se deben cambiar conforme a su equivalencia.

110.6.- Calibre de los conductores. Los calibres de los conductores se expresan en AWG (American Wire Gage)

110.7.- Integridad del alambrado. Las instalaciones de alambrado en el momento de quedar terminadas deben estar libres de cortocircuitos, fallas a tierra o cualquier conexión a tierra diferente de lo exigido o permitido en este Código.

110.8.- Métodos de alambrado. En este Código sólo se incluyen los métodos de alambrado reconocidos como adecuados. Estos métodos de alambrado se permitirán



instalar en cualquier tipo de edificio u ocupación, siempre que en este Código no se indique lo contrario.

110.9.- Corriente nominal de interrupción. Los equipos destinados a interrumpir las corrientes de falla deben tener un rango nominal de interrupción suficiente para la tensión nominal del circuito y para la corriente existente en los terminales de línea del equipo. Los equipos destinados para interrumpir la corriente a otros niveles distintos de falla, deben tener rango de interrupción a la tensión nominal del circuito, suficiente para la corriente que se debe interrumpir.

110.10.- Impedancia del circuito y otras características. Los dispositivos de protección contra sobre corriente, la impedancia total, los componentes de la corriente nominal de cortocircuito de los componentes y otras características del circuito que se va a proteger, se deben elegir y coordinar de modo que permitan que los dispositivos para protección del circuito utilizados para eliminar una falla, lo hagan sin que se produzcan daños extensos de los componentes eléctricos del circuito. Se debe considerar que la falla puede ocurrir entre dos o más conductores del circuito o entre cualquier conductor del circuito y el conductor de puesta a tierra o la canalización metálica que los contiene. Se debe considerar que los productos listados, utilizados de acuerdo con su listado, cumplen con los requisitos de esta Sección.

110.11.- Agentes deteriorantes. A menos que estén identificados para ser usados en el ambiente en que van a operar, no se deben instalar conductores ni equipos en lugares húmedos o mojados, o donde puedan estar expuestos a gases, humos, vapores, líquidos u otros agentes que tengan un efecto deteriorante sobre los conductores o los equipos, o donde puedan estar expuestos a temperaturas excesivas.

ARTÍCULO 685 Sistemas eléctricos integrados

Generalidades 685.1

Alcance. Este artículo trata de sistemas eléctricos integrados distintos de los equipos unitarios, en los que es necesaria una parada sistemática (ordenada) para lograr un funcionamiento seguro. A efectos de este artículo, un sistema eléctrico integrado es un



segmento unificado de un sistema de alambrado industrial que cumple todas las condiciones siguientes:

- 1.- Requiere de una parada sistemática para reducir al mínimo los riesgos para las personas y los daños a los equipos.
- 2.- Las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguran que sólo se encargan del mantenimiento del sistema personas calificadas. Se debe conservar un registro permanente de los nombres de las personas calificadas en la oficina del establecimiento a cargo de toda la instalación. La persona designada como persona calificada debe tener habilidades y conocimiento relacionados con la construcción y el funcionamiento del equipo eléctrico y de la instalación y debe haber recibido entrenamiento documentado en seguridad sobre los peligros implicados. La documentación de sus calificaciones debe estar en un archivo en la oficina del establecimiento a cargo de toda la instalación.
- 3.- Se han establecido y mantenido sistemas eficaces de protección, aceptables para la autoridad con jurisdicción.

3.3.2 Eficiencia Energética en Iluminación del Edificio el Rey

Un sistema de alumbrado energéticamente eficiente permite obtener una importante reducción del consumo, sin necesidad de disminuir sus prestaciones de calidad, confort y niveles de iluminación. [7]

En la eficiencia de la iluminación influyen:

- Eficiencia energética en los componentes (lámparas, luminarias, equipos auxiliares)
- Uso de la instalación (régimen de utilización, utilización de sistema de regulación y control, aprovechamiento de la luz natural.
- Mantenimiento (limpieza, reposición de lámparas).

3.3.2.1 Elección de los Componentes.

En función de las necesidades del edificio a iluminar, se eligen las fuentes de luz, equipos auxiliares y luminarias apropiadas. A continuación, se explicarán detalladamente los aspectos a tomar en cuenta en la elección de dichos parámetros.

3.3.2.2 Elección de Fuente de Luz.

Además de por sus características luminotécnicas, las fuentes deben elegirse por su eficacia luminosa. La siguiente figura (Figura 14) muestra una comparación de distintos tipos de lámparas en función de su eficacia luminosa (lm/ W). [8]

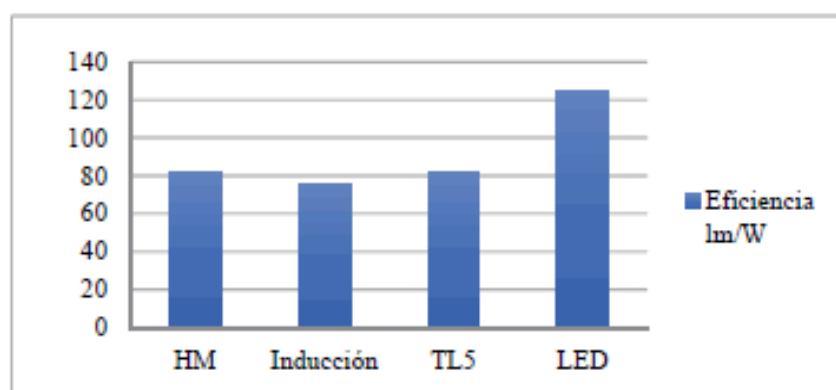


Figura 14. Eficiencia Luminosa.

Fuente: www.luzfin.com/es/cuanto-dura-un-led

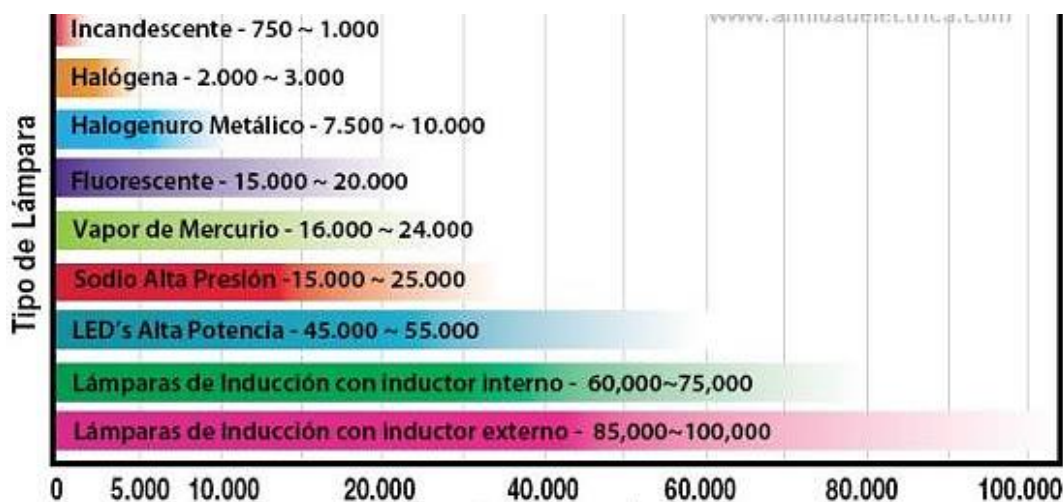


Figura 15. Vida útil de diferentes tipos de fuentes de luz.

Fuente: www.luzfin.com/es/cuanto-dura-un-led



De las gráficas se puede deducir que el uso de las lámparas incandescentes no corresponde a un criterio de gran eficacia, la eficiencia y la vida útil de este tipo de lámparas es muy bajo, por ello se debe recurrir a mejorar y buscar alternativas de iluminación en los edificios residenciales. [15].

Las lámparas de tipo LED nos brindan una eficacia en iluminación a pesar de su continuo desarrollo, esto hace que los precios sean elevados en relación a las lámparas de tipo fluorescentes. Se prevé que la tecnología empleada en un futuro cercano, sea aplicada ya no solo en la iluminación de edificios sino también en el alumbrado de exteriores.

3.3.2.3 Elección de las Luminarias.

La distribución de la luz puede tener dos funciones diferenciadas en donde lo importante es dirigir la luz de forma eficiente, y otra decorativa para crear un determinado ambiente. Una iluminación adecuada y eficiente conseguirá un compromiso entre ambas funciones.

Hay que tener en cuenta el rendimiento de las luminarias, de forma que refleje y distribuya mejor la luz, ya que a mayor rendimiento menor potencia será necesario instalar con lámparas de tipo LED ya que son de mayor eficiencia.

Todos estos aspectos están recogidos en la norma UNE 12464.1, norma europea sobre iluminación para interiores en diferentes ambientes de iluminación. [8]

3.3.2.4 Elección de Equipo Auxiliar

El equipo auxiliar influye en la eficiencia energética del conjunto, tanto en confort de iluminación cuanto a ahorro energético se refiere. [8]

- Reducción del 25% de energía consumida, respecto a un equipo electromagnético.
- Incremento de la eficacia en la lámpara.
- Incremento de la vida útil de la lámpara hasta en un 50 %.



- Encendido instantáneo y sin fallos.
- Luz agradable y sin parpadeo ni efecto estroboscópico.
- Mayor confort, permitiendo ajustar el nivel de luz según las necesidades.
- Posibilidad de conectarse a sensores de luz y ajustar en automático la intensidad de la luz de la lámpara.

3.3.2.5 Aprovechamiento de la luz Natural.

Además de crear un ambiente agradable, el aprovechamiento de la luz natural permite una considerable reducción del consumo de energía eléctrica y por tanto un ahorro sustancial de energía, y con un buen diseño permite reducir el uso de iluminación artificial.

La presencia de la luz natural depende de la profundidad de la habitación, el tamaño y la localización de las ventanas y techos de luz. Normalmente estos factores se fijan en la etapa inicial del diseño del edificio. Una planificación y diseño apropiado en esta primera etapa pueden hacer que un edificio sea más eficiente energéticamente.

Los sensores de luz (fotocélulas) regulan automáticamente el alumbrado artificial en función del aporte de la luz natural, estos sistemas permiten alcanzar ahorros de hasta el 60%, su instalación es conveniente en las luminarias próximas a las ventanas y la forma más atenuada en el resto.

3.3.3 Sistemas de Regulación y Control.

Los sistemas de regulación y control apagan, encienden, y regulan la luz según los interruptores, detectores de movimiento y presencia, células fotosensibles. Permiten un mejor aprovechamiento de la energía consumida, reduciendo los costos energéticos y de mantenimiento, además de dotar de flexibilidad al sistema de iluminación. El ahorro energético conseguido en el edificio al instalar este tipo de sistema puede ser de hasta un 70%.



Como no todas las zonas requieren del mismo tratamiento, es importante controlar las luminarias de cada zona mediante circuitos independientes. Por ejemplo las luminarias de los pasillos que se encuentran próximas a las ventanas deben poderse regular en función de la luz natural. [7]

3.3.4 Análisis de Iluminación en el Edificio

De acuerdo a las normativas establecidas para la eficiencia energética se propone implementar un cambio en el sistema de iluminación para los servicios generales que consiste en pasillos, baños y parqueaderos del edificio El Rey, de lámparas incandescentes a lámparas de tipo led.

3.4 Calidad de Energía

Desde hace algunos años se está tomando conciencia sobre “La Calidad de la Energía Eléctrica”. El consumo de energía eléctrica crece en la actualidad de forma considerable debido al desarrollo de nuevas tecnologías que están transformando la sociedad en general, lo que aumenta continuamente la productividad. Históricamente este desarrollo tecnológico va ligado con la utilización de la energía eléctrica, siendo cada vez más alto el porcentaje de uso del consumo de energía eléctrica. [4]

Dentro del concepto de calidad de energía, la alteración en la “forma de la onda” tiene lugar en los propios procesos de producción, transporte y distribución, así como en la utilización de determinados receptores que generan perturbaciones.

Actualmente las empresas de generación y distribución de energía eléctrica, Se realiza un análisis utilizando la regulación 004/ 01 CONELEC, como se observa en el Anexo 7.

- Aumentar la capacidad de generación y distribución de energía eléctrica, para responder a la demanda creciente, debido a que los sistemas de generación y distribución están funcionando muy cerca del límite de su capacidad máxima. Asegurar la calidad de la energía eléctrica suministrada, con la finalidad de garantizar el correcto funcionamiento de los equipos conectados a las redes de distribución, considerando también que la calidad de la energía eléctrica es de gran importancia para contribuir con el desarrollo tecnológico.



- El estándar IEC 61000-4-30 define el término “Calidad de Energía Eléctrica” como las características de la electricidad en un punto dado de la red eléctrica, evaluadas con relación a un conjunto de parámetros técnicos de referencia. El estándar IEEE 1159/1995 define el término “Calidad de Energía Eléctrica” como la gran variedad de fenómenos electromagnéticos que caracterizan la tensión y la corriente en un instante dado y en un punto determinado de la red eléctrica. [8]
- En general, la calidad del suministro de energía eléctrica se puede considerar como la combinación de la disponibilidad del suministro de energía eléctrica, junto con la calidad de la tensión y la corriente suministradas, entendiéndose la falta de calidad como la desviación de esas magnitudes de su forma ideal, por lo que, cualquier desviación se considera como una perturbación o como una pérdida de calidad. [7]

3.4.1 Análisis de Perturbaciones Armónicas

En los últimos años, el crecimiento sustancial de los dispositivos electrónicos, destinados a equipar nuestras instalaciones, ha dado lugar a un cambio de los tipos de cargas conectadas al sistema de distribución eléctrico.

Estos dispositivos, en la actualidad, están equipados con una electrónica que de algún modo u otro consigue proporcionarnos un mayor rendimiento de las tareas, procesos productivos o actividades que desarrollan con ordenadores para uso personal, o para el proceso y control de cualquier sistema de producción con variadores de velocidad, aire acondicionado, ascensores que se ajustan lentamente al aproximarse a su planta de destino, etc. Estos dispositivos que están equipados con rectificadores, moduladores, etc., distorsionan la forma de onda de la corriente para su correcto funcionamiento, como se muestra en la Figura 14.

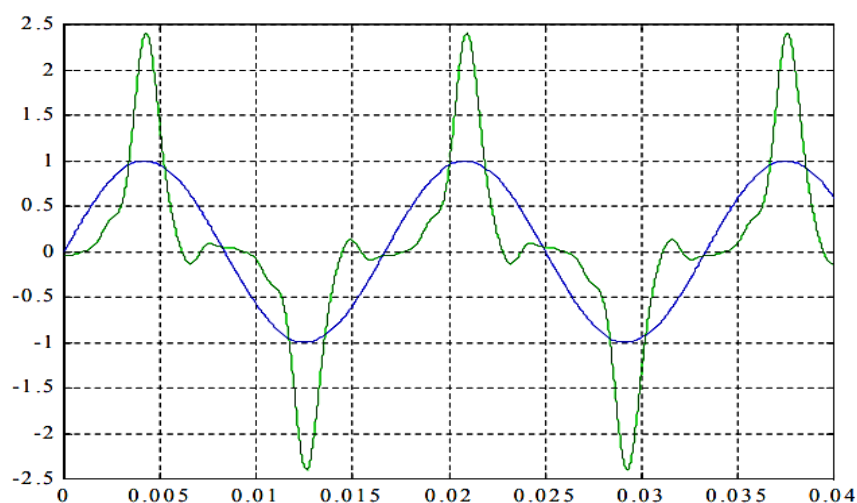


Figura 16. Forma de onda ideal y forma de onda distorsionada
Fuente: www.sectorelectricidad.com/13810/armonicos

Todos estos dispositivos y equipos han contribuido a mejorar la calidad de vida, pero, por el contrario existe una mayor contaminación del sistema eléctrico.

Los armónicos pueden perturbar el correcto funcionamiento de diferentes máquinas y equipos eléctricos.

Estas perturbaciones se traducen en costos que difícilmente se puede apreciar o valorar. Estos costos se puede diferenciarlos como:

- Indicadores esenciales de una distorsión armónica.
- Costos Técnicos.

3.4.2 Indicadores Esenciales de una Distorsión Armónica

La existencia de indicadores permite cuantificar y evaluar la distorsión armónica de las ondas de tensión y de corriente que son:

- Factor de potencia.
- Factor de cresta.
- Potencia de distorsión.



- Espectro de frecuencia.
- Tasa de distorsión armónica

3.4.3 Costos Técnicos.

Los costos técnicos son todos aquellos que tiene una pérdida de rendimiento de nuestra instalación, es decir:

- Pérdida de capacidad en líneas de distribución de energía.
- Sobrecarga de transformadores.
- Sobrecarga de conductores.
- Caídas de tensión.
- Descalibraciones de los transformadores.
- Pérdidas por efecto Joule en líneas y máquinas.
- Pérdidas magnéticas en máquinas eléctricas.

Normalmente, todos los costes técnicos derivan en costes económicos. Aquí se halla la importancia del control de nuestra instalación.

3.4.4 Factor de Potencias (NORMA IEEE 1459-2010)

El Factor de Potencia se define como la relación entre la potencia activa (kW) usada en un sistema y la potencia aparente (kVA) que se obtiene de las líneas de alimentación.

$$F_p = \frac{P}{S}$$

Todos los equipos electromecánicos que están constituidos por devanados o bobinas, tales como motores y transformadores necesitan corriente reactiva para establecer campos magnéticos necesarios para su operación. La corriente reactiva produce un

desfase entre la onda de tensión y la onda de corriente, si no existiera la corriente reactiva la tensión y la corriente estarían en fase y el factor de potencia sería la unidad.

El desfase entre las ondas de tensión y corriente, producido por la corriente reactiva se anula con el uso de condensadores de potencia, lo que hace que el funcionamiento del sistema sea más eficaz y, por lo tanto, requiera menos corriente lo que técnicamente se denomina compensación. [2]

3.4.5 Triangulo de Potencias

Por lo anterior, en la técnica de la energía eléctrica se utiliza el factor de potencia para expresar un desfase que sería negativo cuando la carga sea inductiva, o positivo cuando la carga es capacitiva. En la tabla 2 indica los valores del factor de potencia.

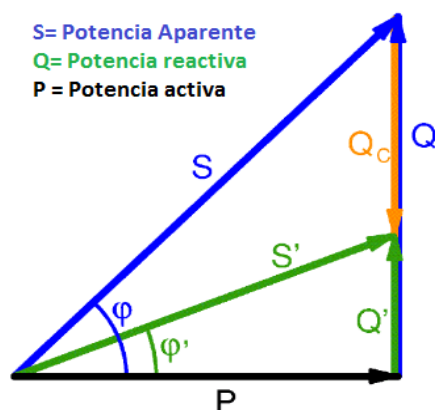


Figura 17. Triangulo de potencias.
Fuente: www.greenenergy-latinamerica.com

El factor de potencia es una medida de la eficiencia o rendimiento eléctrico de un receptor o sistema eléctrico

La Potencia Eléctrica Total, también llamada Potencia Aparente, utilizada en un sistema eléctrico por una instalación industrial o comercial de corriente alterna **se mide** en Voltio Amperios (VA) o Kilovoltio amperios (KVA) y tiene dos componentes:

Potencia Activa: que produce trabajo y se mide en vatios o KW, por ser la que produce realmente trabajo también se llama potencia productiva o útil.

Potencia Reactiva: Esta potencia es la utilizada para genera los campos magnéticos requeridos por los aparatos eléctricos que tiene alguna parte inductiva (bobinas), como los



motores de corriente alterna, transformadores. Se mide en VAR (Voltio Amperios reactivos o (KVAR).

Un receptor en corriente alterna existe 3 potencias diferentes, pero relacionadas entre sí. La potencia aparente o total es la suma vectorial de la potencia activa y la reactiva. Se suelen representar mediante el llamado triángulo de potencias. Como se observa en la Figura 15. Para el factor de potencia los valores están comprendidos desde 0 hasta 1.

Tabla 3 Valores del factor de potencia.

Fuente: <http://www.areatecnologia.com>

CARGA	CAPACITIVA			EFFECTIVA	INDUCTIVA		
α	90°	60°	30°	0°	-30°	-60°	-90°
$\cos \alpha$	0	0,5	0,87	1	-0,87	-0,5	0
Potencia	Reactiva			Real	Reactiva		
	100%			100%	100%		

3.4.6 Sistemas de Instalaciones Eléctricas en Edificios.

A continuación, se describen las Normas de Instalaciones electromecánicas sugeridas para un sistema de Instalaciones Eléctricas para un edificio, con base en el Capítulo 15 del NEC-10 (NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción))

Parte 15-1. Instalaciones eléctricas de bajo voltaje generalidades. Bases del proyecto

- Responsables de la construcción acometidas obras civiles acometidas provenientes de redes aéreas consideraciones para acometidas de medio voltaje.
- Centros de transformación cámara de transformación convencional.
- Torres de transformación sistemas de autogeneración conceptos generales.
- Sistemas de emergencia.
- Clasificación de los sistemas de emergencia alimentación de sistemas de emergencia.



- Circuitos de emergencia.
- Exigencias generales de las instalaciones eléctricas y electrónicas.
- Exigencias para materiales y equipos.
- Espacios de trabajo y distancias mínimas de seguridad marcas e identificadores.
- Tableros.
- Especificaciones de construcción.
- Disposiciones aplicables a tableros generales.
- Disposiciones aplicables a tableros de distribución.
- Tableros de medidores alimentadores.
- Dimensionamiento del neutro.
- Materiales y sistemas de canalización.
- Conductores para instalaciones.
- Sistemas de canalización.
- Medidas de protección contra contactos directos.
- Medidas de protección contra contactos indirectos protección contra sobre voltajes en instalaciones y equipos sistemas de puestas a tierra.

3.4.7 Simbología Eléctrica.

Los símbolos eléctricos están normalizados y recogidos en las normas NEC-10. A continuación se recoge parte de la simbología más utilizada en las instalaciones eléctricas de baja tensión en edificación. En dicha simbología se puede ver el elemento real al que representa, la descripción del mismo y su representación para esquemas unifilares y para esquemas multifilares.






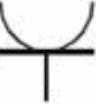








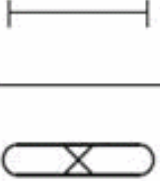
Simbología eléctrica normalizada				
Mecanismo	Símbolo		Significado	Condiciones de instalación
	Unifilar	Multifilar		
 			Clavija macho	Se admiten como dispositivos de conexión en carga hasta 16 A.
			Clavija hembra	
			Toma de corriente bipolar de 16 A con toma de tierra T	Se instalarán a 20 cm del pavimento, excepto en cocinas y baños, en donde la distancia será de 110 cm.
			Toma de corriente bipolar de 25 A con toma de tierra	La distancia al pavimento será de 70 cm.
			Toma de corriente trifásica con toma de tierra	Se instalará según necesidades de utilización.
			Punto de luz o lámpara	La sección mínima prevista para la alimentación de puntos de luz será de 1,5 mm ² . Todos los puntos de luz deberán disponer de conductor de protección, el cual será de la misma sección que el conductor de fase.
			Lámpara fluorescente	

Figura 18. Simbología eléctrica
Fuente: www.simbologia-electronica.com



3.5 Captación Solar para el Proyecto

En los sistemas solares fotovoltaicos existe la posibilidad de emplear elementos seguidores del movimiento del sol que favorecen y aumentan la captación de la radiación solar existe tres tipos:

1. Colocación sobre soporte estático: Soporte sencillo sin movimiento.

Es el sistema más habitual que se encuentra en las instalaciones. Tiene el inconveniente de no aprovechar toda la radiación solar posible al quedar fijada su orientación e inclinación en el momento de la instalación, haciendo imposible el seguimiento del movimiento del sol respecto a la superficie destinada a la captación solar.

2. Sistemas de seguimiento solar de un eje: Estos soportes realizan un cierto seguimiento solar. La rotación del soporte se hace por medio de un solo eje, ya sea horizontal, vertical u oblicuo. Este tipo de seguimiento es el más sencillo y el más económico resultando sin embargo incompleto ya que sólo podrá seguir o la inclinación o el azimut del sol, pero no las dos a la vez.

3. Sistemas de seguimiento solar de dos ejes: Con este sistema ya es posible realizar un seguimiento total del sol en altitud, y en azimut siempre conseguirá que la radiación solar incidida perpendicularmente obteniéndose la mayor captación posible. [5]

Se estima que, con estos sistemas de seguimiento solar de dos ejes, se puede lograr un aumento de entre el 30% y el 40% de la energía captada. [8]

En el proyecto se utilizará soporte estático sobre los cuales se instala los paneles solares.

3.5.1 Tipos de Paneles Solares

Los tipos de paneles solares que se pueden encontrar en el mercado nacional [8] son:

Silicio Puro monocristalino: La mayoría de las células actualmente en el mercado son mono cristalinas, el proceso de fabricación es el siguiente: El silicio se purifica, se funde y se cristaliza en barras. Las barras o lingotes son cortados para hacer células



individuales. Este tipo de silicio es el más eficiente y efectivo, pero el precio es muy elevado.

Silicio puro policristalino: Los materiales son similares a los del anterior, aunque en este caso el proceso de cristalización del silicio es diferente. Los paneles policristalinos se basan en secciones de una barra de silicio que se ha estructurado desordenadamente en forma de pequeños cristales. [7]

Ecuador, por encontrarse en la mitad del mundo y por ende al tener una privilegiada situación demográfica y climatológica, se encuentra favorecido respecto los demás países de la región, debido a que sobre cada m^2 de su suelo. Anualmente unos 1.500 kWh de energía, la cual puede beneficiar directamente, o ser convertida en electricidad. [4]

Sus características topográficas muy variadas, de gran diversidad climática y condiciones únicas, le confieren un elevado potencial de energías renovables y limpias, con condiciones de cobertura y con una proyección de nueva demanda que se presenta en la actualidad y que se encuentra en un estrecho vínculo especialmente con la electrificación y energización residencial. [4]

Según datos CONELEC a febrero 2015, la capacidad efectiva para generación de energía eléctrica (MW), dentro de las energías renovables, la energía solar representa el 0,90 %.

Sin embargo, la energía entregada para servicio público, en lo que se refiere a la energía solar, solamente tiene una participación del 0.10% de todo el mercado, debido a sus grandes ventajas energéticas y ecológicas se desarrolla el cálculo para la implementación de un sistema fotovoltaico en las instalaciones que abarca este proyecto.

Esa cuota de participación que tiene la energía solar en el país, se ha venido realizando mediante proyectos focalizados en la parte social, dirigidos especialmente a las comunidades rurales, que tienen limitación de acceso a la red de distribución de energía eléctrica. Tal es el caso, el Gobierno prestó atención inmediata en la instalación de paneles solares, en el Programa de Electrificación Rural para Viviendas de la Amazonía (PERVA), que contó con un presupuesto de 52 millones de dólares, el cual tuvo como objetivo la instalación de sistemas paneles solares de 200 vatios en 15.000 hogares de la



región de la selva amazónica del Ecuador en el 2012. El proyecto, tiene capacidad total de 3 MW. [8]

3.5.2 Diseño de una Central de Energía Solar Fotovoltaica

Para realizar el diseño de un Central de Energía Solar, se ha tomado en cuenta desarrollar una serie de consideraciones:

- Espacio para la instalación.
- Cuánta energía consume el establecimiento.
- Dimensionar la potencia necesaria.
- Evaluación previa de la instalación.
- Elección de inversores y series de paneles.
- Dimensionado de cableado.
- Diseño de cuadros de protección.
- Análisis económico de la instalación.

Espacio para la instalación.

Si un establecimiento no tiene un lugar oportuno para poder poner los paneles solares, será imposible realizar una instalación fotovoltaica óptima. Lo primero que hay que ver es el espacio disponible y las posibilidades de orientación, inclinación e integración que tienen los paneles.

Cuánta energía consume el establecimiento

El primer paso es realizar un análisis de la energía que consume el local a largo del día, teniendo en cuenta la potencia simultánea máxima y mínima, sobre todo a las horas diurnas. Para medirlo lo ideal sería dejar un contador durante un tiempo que marque registros cada corto periodo de tiempo. Es conveniente tener también los recibos de luz actuales.



No es lo mismo una instalación que consuma solo durante una temporada estacional que durante todo el año, ni otra que tenga un consumo mayoritariamente nocturno. Al responder estas tres preguntas se tienen los datos suficientes para dimensionar la instalación adecuada a su consumo.

Dimensionamiento de la potencia necesaria.

Según el consumo, el horario del mismo y la colocación de los paneles, con sus pérdidas y rendimiento, dimensiona la potencia necesaria en la central.

Programas como **PVSYST** o páginas como **PVGIS** son muy útiles para este dimensionado, pero también puede realizarse con hojas de cálculo propias.

Evaluación previa de la instalación.

Tras estos cuatro pasos se realiza la evaluación económica del proyecto, para que el cliente decida de acuerdo a lo que considere conveniente. Esta evaluación deberá tener, cuanto menos, el plazo de amortización, las ganancias acumuladas y el TIR de la operación.

Elección de inversores y series de paneles.

Cada modelo de inversor tiene unas condiciones de tensión e intensidad de corriente que limitan su dimensionado, al colocar los paneles elegidos en series de una longitud mínima y máxima, con un máximo número de series en paralelo. Para el dimensionado correcto de los inversores conviene usar los programas de los fabricantes de inversores u hojas de cálculo propias, donde se tenga en cuenta los coeficientes de pérdidas de los paneles. El inversor a elegir debe tener una potencia nominal entre un 95% y un 120% de la potencia M_{pp} del campo de paneles, siendo más cercano al 100% en zonas más cálidas y soleadas y al 120% en zonas más frías y nubladas. [8]

Dimensionado de cableado.

Una vez obtenidas las series de paneles, los inversores y su ubicación, se procederá a calcular el cableado para la conexión del sistema. La caída máxima de tensión debe



de ser de menos del 1,5% hasta el general de la instalación de consumo, al ser equivalente a una acometida eléctrica. Se calculará por un lado la caída de tensión en corriente continua (máximo 1,5%) y por otro lado desde la salida del inversor en corriente alterna (máximo 1,5%). Habrá que dimensionar también la corriente máxima que permite el cable, según las tablas de los fabricantes., [8]

Diseño de cuadros de protección.

Existe dos cuadros de protección, en corriente continua, para alimentar inversores y en corriente alterna para proteger la acometida al consumo. Habrá que instalar fusibles y descargadores de sobretensiones en la parte de continua de la intensidad adecuada e interruptores de corte si fuese necesario. A veces, si el sistema es pequeño, se pueden integrar estos dispositivos de protección dentro del inversor. En la parte de alterna hay que proteger cada salida de inversor con un dispositivo automático, normalmente magnetotérmico. Además, a la acometida final al cuadro de consumo habrá que protegerla de sobrecargas y defectos por fugas de corriente mediante magnetotérmico y diferencial. Si se dispone de un sistema de control de no vertido, éste también tendrá que estar protegido mediante magnetotérmico y diferencial, ya sea desde el cuadro general o desde la instalación.

Al diseñar una instalación donde pueda existir excedente de producción habrá que gestionar qué se hace con él. Se puede instalar un dispositivo de control que disminuya la producción según el consumo que haya, o que desvíe la energía para usos adicionales como puede ser la producción de agua caliente. Otra opción es verter el excedente a la red, previa autorización de la dirección de Energía y la compañía distribuidora y percibir o no alguna retribución por la energía entregada.

Análisis económico de la instalación.

Con todos los pasos y decididos a implementar un sistema fotovoltaico se hace un análisis económico exhaustivo de la instalación, donde aparezcan todos los datos, incluyendo el presupuesto definitivo y real y las pérdidas reales estimadas según el diseño completo.

Tomando en cuenta que se va a generar una energía propia y limpia para el edificio y su vida útil es aproximadamente de 25 años. [8]



3.5.3 Instalación del Calentador Solar

Se recomienda que estos se instalen en las azoteas de las casas, orientados hacia el sur, de tal manera que queden expuestos a la radiación solar todo el día.

El colector solar plano debe colocarse con cierto grado de inclinación, lo que permite aprovechar eficientemente la radiación. No obstante, la inclinación a la que se debe colocar el colector dependen de la localización de la ciudad donde se pretenda instalar, sin embargo, se recomienda, que esta sea aproximadamente 10° más, que la latitud del lugar de instalación

La posición del termotanque debe permitir que este se llene por gravedad, por consiguiente, debe colocarse por lo menos 30 cm., sobre el nivel superior del colector. De tal suerte, que los tinacos que sean abastecidos por los calentadores solares, deberán estar como mínimo 50 cm., sobre el nivel de los calentadores solares.

Es frecuente y recomendable que el calentador solar y el “boiler” se instalen en serie, es decir, uno después del otro. De esta forma, si usted tiene boiler en la casa también puede instalar el calentador solar y alternar su uso. Por ejemplo, en el caso de días muy nublados o si se requiere más agua caliente que lo normal, el “boiler” respalda al sistema solar garantizando que siempre habrá agua suficientemente caliente.

3.5.3.1 Adquirir un calentador solar.

Antes de adquirir un calentador solar, es necesario tener presentes las necesidades a cubrir, tomar en cuenta, que el ahorro de energía (sea o no renovable), es parte de un consumo responsable y amigable con el medio ambiente, además de que beneficia a la economía familiar. [5]

Es importante destacar que el agua, al igual que todos los recursos naturales, es vital para el medio ambiente, por lo que, se debe evitar desperdiciarla y usar sólo la necesaria.

Se debe tener en cuenta que el consumo general diario de agua caliente para una persona adulta es de aproximadamente 75 litros y de 55 litros por niño, y que el



consumo promedio para una familia de 4 personas es de 250 litros de agua caliente. Lo anterior nos puede ayudar a identificar qué tipo de calentador solar se necesita, ya que los hay de distintas capacidades. [15]

Para lograr la mejor selección del calentador solar se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El número de personas y sus hábitos de consumo. Este dato es primordial para saber qué equipo solar se debe comprar. Sin embargo, si se cambian los hábitos de consumo por unos más responsables, el equipo a adquirir será de menor capacidad y así los costos de serán menores.
- Considerar otros usos distintos al aseo personal: lavado de ropa, de trastes, etc.
- Comparar precios antes de comprar el calentador. Elija el que más le convenga a su presupuesto teniendo en cuenta que mejorará su gasto familiar al tiempo que ayudará cuidando el medio ambiente.

Ahora bien, la eficiencia del calentador solar es el porcentaje de la energía solar que realmente se aprovecha para calentar el agua. Esto dependerá de los siguientes factores:

- 1.- La calidad del colector. Ésta depende de que tan bueno sea el diseño termo mecánico y la calidad de los materiales empleados en su manufactura. En el anexo 9 se presenta las características técnicas de un calentador solar
- 2.- La instalación y operación adecuada. Si el calentador solar es instalado de forma inadecuada o es mal operado no tendrá la eficiencia esperada. Por lo que es muy importante que la instalación se realice siguiendo las especificaciones del proveedor, de los elementos a emplear.
- 3.- La calidad de radiación solar. La eficiencia del colector solar aumenta cuando la radiación solar es más intensa. Es por ello que un mismo calentador solar será más eficiente en Quito que en Europa o África del Sur, en donde los índices de

irradiación son menores que en el país. De igual manera, la energía solar es mejor aprovechada, y las pérdidas de calor del calentador son menores mientras mayor sea la temperatura ambiente. En la tabla 3 representa los valores de las diferentes temperaturas de calentadores de agua.

Tabla 4. Temperaturas de calentadores solares.
Fuente: www.redalyc.org/pdf

Variables	Calentador plano con absorbedor de plato	Calentador compacto con absorbedor acumulador
Temperatura de trabajo	Relativamente bajas (menos de 70 °C)	Relativamente bajas (menos de 60 °C)
Eficiencia	50%, a 50 °C 40%, a 60 °C 30%, a 70 °C	50%, a 50 °C 30%, a 60 °C 15%, a 70 °C
Sobrepresión de trabajo	5 atmósferas	5 atmósferas
Gastos de inversión	150-200 CUC por metro cuadrado	80-150 CUC por metro cuadrado
Gastos de operación y mantenimiento	Muy bajos, casi nulos, si se cumplen las normas de instalación y explotación	
Influencia a las incrustaciones	Muy sensible a las incrustaciones	Poco sensible a las incrustaciones
Resistencia a impactos	Depende del vidrio de la cubierta	
Resistencia al viento	Son muy sensibles a vientos altos, tanto el colector como el tanque termo	Si se instalan pegado al suelo, son poco sensibles a vientos altos
Recomendaciones	No se recomiendan para las condiciones de Cuba, principalmente por el efecto de las incrustaciones, y poca durabilidad de su funcionamiento	Se recomiendan para uso doméstico (calentamiento de agua sanitaria)

3.5.3.2 Tipo de Colectores de Tubo de Vacío

Los distintos sistemas de colectores de tubo de vacío se basan en los tubos evacuados, éstos están conformados por dos tubos concéntricos entre los cuales se ha aspirado el aire produciéndose un vacío. En un extremo, ambos tubos se unen sellándose el vacío. Dentro de ambos tubos (de ahora en adelante se refiere a estos tubos concéntricos con el vacío, en medio como tubos evacuados) se sitúan los distintos tipos de absorvedores que determinan los distintos sistemas. [8]

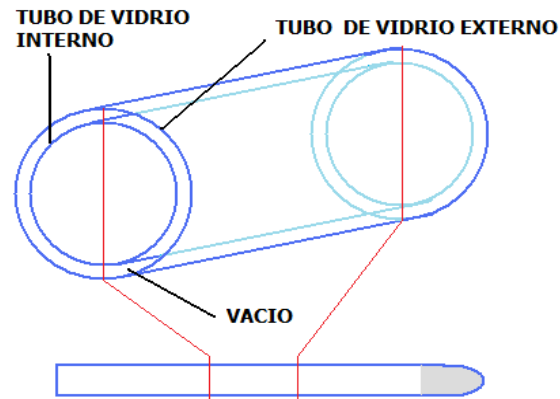


Figura 19. Colector tipo tubo de vacío
Fuente: www.mimbrea.com

➤ **Esquemas de tubos evacuados**

Algunos colectores emplean un sistema denominado CPC (Colector Parabólico Concéntrico) para aprovechar la radiación solar que incide entre dos tubos. Este sistema consiste en una serie de reflectores que dirigen la luz que cae entre tubo y tubo hacia la parte trasera de los mismos donde es también aprovechada. Con ello los colectores reciben luz tanto de la parte delantera como de la trasera. Con el sistema CPC se amplía la superficie efectiva de captación por metro cuadrado para la tecnología de tubo de vacío, factor que sin embargo siempre estará por debajo de los colectores de placa plana (por m^2 se capta menos, pero se hace un uso más eficiente de lo captado)

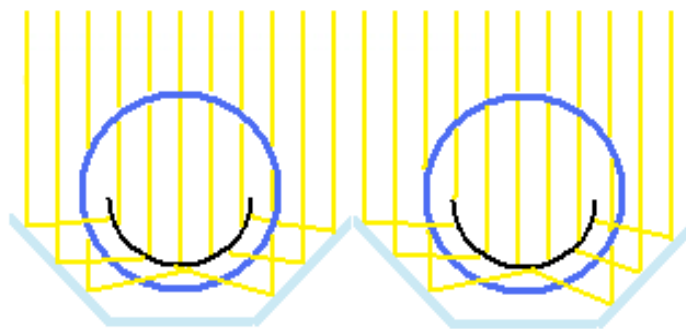


Figura 20. Captación de un Sistema de CPC
Fuente: www.mimbrea.com

▪ Tubos evacuados simples

Este sistema es únicamente utilizado en calentadores solares termoiónicos. Son tubos evacuados ensamblados directamente con el depósito acumulador y que por lo tanto contienen agua. En la pared interior del tubo evacuado se sitúa una capa de color oscuro de material absorbente. Cuando la radiación solar incide sobre la capa de material absorbente se transforma en calor y eleva la temperatura del agua que está en contacto con él.

El agua calentada se eleva por convección y comienza a ascender siendo reemplazada por agua fría que a su vez se calienta y reinicia el proceso.

Este tipo de tubo de vacío ofrece la ventaja de tener las ya comentadas escasas pérdidas de calor y los inconvenientes de ser muy sensible a la presión y de no ofrecer ninguna protección contra las bajas temperaturas no siendo posible su utilización en zonas con inviernos fríos sin la inclusión de un calentador eléctrico que caliente el agua del depósito cuando esta alcanza temperaturas muy bajas.

En caso de baja temperatura la dilatación del agua al congelarse puede reventar los tubos y arruinar el equipo.

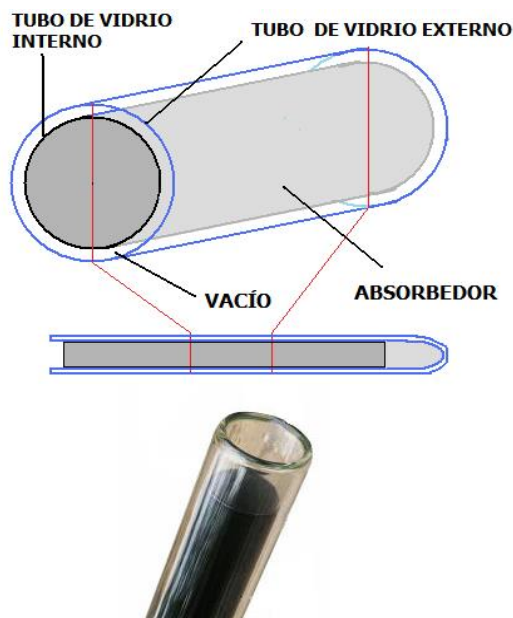


Figura 21. Tuvo evacuado simples
Fuente: www.mimbrea.com

▪ Tubo de Vacío de Flujo Directo

Esta tecnología se emplea tanto para calentadores solares compactos con depósito integrado. Los colectores de tubo de vacío de flujo directo colocan en el interior del tubo evacuado una plancha de material absorbente adecuado que hace las veces de absolvedor transformando la radiación solar en calor. El absorvedor es recorrido en su superficie por un tubo con flujo directo en el que circula un fluido que eleva su temperatura en contacto con él. Algunos colectores con esta tecnología aplican el sistema CPC alterando la forma del absolvedor que adopta una forma semicilíndrica para poder captar la energía solar de la forma más eficiente posible por la parte trasera.

Los colectores de tubo de vacío, de flujo directo tienen la ventaja de poder adoptar una posición tanto horizontal como vertical sin mermar su rendimiento ya que el tubo puede rotar sobre su eje inclinándose el absorvedor de la manera más adecuada.

Tiene la ventaja además de ser utilizable en áreas frías ya que permite usar las estrategias contra la congelación de uso general en la energía solar térmica.

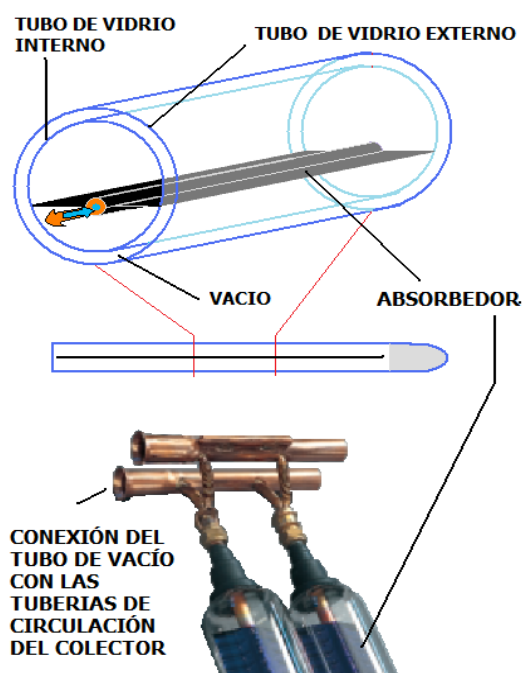


Figura 22. Tuvo al vacío de flujo directo

Fuente: www.mimbrea.com

▪ **Tubo de Vacío de Heat Pipe.**

Esta tecnología de colectores solares emplea un mecanismo denominado Heat Pipe. (Tubo de calor). Este mecanismo consiste en un tubo cerrado en el cual se introduce un fluido de propiedades específicas. Cuando el Sol incide sobre el absorvedor adosado al tubo, el fluido se evapora y absorbe calor (calor latente). Como gas asciende sobre el líquido hasta lo alto del tubo donde se sitúa el foco frío. Allí se licua (condensa) y cede su calor latente al fluido que nos interesa calentar volviendo a caer al fondo del tubo por gravedad. [6] en la Figura 23 muestra el funcionamiento al tubo de vacío.

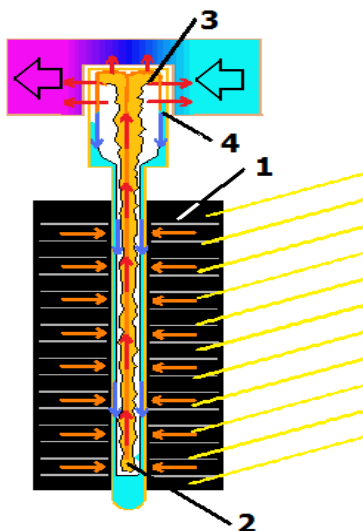


Figura 23. Funcionamiento de tubo de vacío.

Fuente: www.mimbrea.com

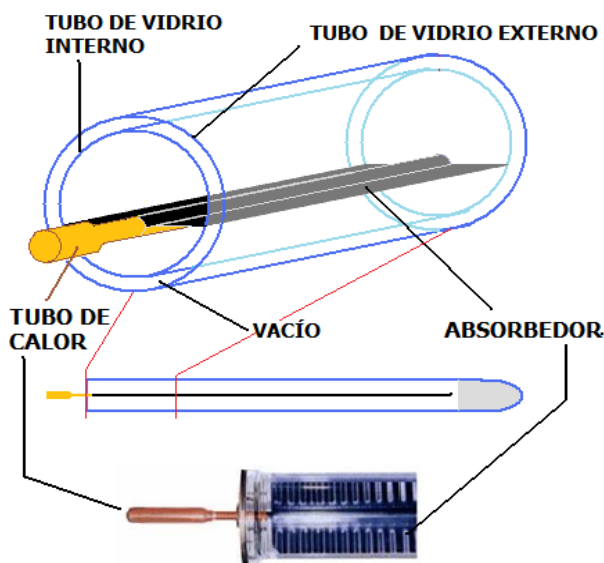
- 1.- La radiación solar incide en el absorvedor que se calienta y transmite ese calor al tubo.
- 2.- El calor recibido provoca que el fluido en el interior del tubo se evapore y ascienda por tanto energía (calor latente).
- 3.- El fluido evaporado cede su calor latente al fluido más frío que circula por el exterior de la cabeza del tubo y al hacerlo se licua.
- 4.- El fluido de nuevo en estado líquido cae por gravedad al fondo del tubo para reiniciar el proceso.

Los colectores de tubo de vacío con tecnología Heat Pipe tienen la ventaja de no sufrir pérdidas por la noche ya que el proceso de transferencia de calor no es reversible (es decir el fluido caliente o el calor no puede pasar del acumulador al tubo y por lo tanto perderse).

Además, cada tubo es independiente pudiéndose cambiar en pleno funcionamiento del sistema. Es altamente resistente a las heladas.

Dado que también pueden girar sobre su eje los tubos, existe la posibilidad de que adopten posiciones verticales y horizontales al igual que ocurre en los sistemas de flujo directo, aunque en este caso habrá que respetar una inclinación mínima del largo del tubo para permitir que el fluido una vez licuado pueda descender por gravedad.

En esta tecnología también se aplica el sistema CPC, como se observa en la figura 24. [15]



*Figura 24. Tubo de Vacío de Heat Pipe.
Fuente: www.mimbrea.com*

➤ Colectores Tubos de Vacío

Es posible emplear la tecnología de los tubos de vacío para casi cualquier aplicación que requiera agua caliente de entre 40 °C y 130 °C. Los colectores de tubo de vacío son especialmente apropiados para climas muy fríos y parcialmente nubosos. [15]



La temperatura ambiente supone un factor importante que afecta al rendimiento de los colectores, cuanto más fría sea menor será su rendimiento porque habrá más pérdidas en la superficie del colector. Los colectores de tubo de vacío al tener muy pocas pérdidas ofrecerán un rendimiento claramente superior en climas muy fríos. Además este tipo de colectores es capaz de aprovechar la radiación difusa que suele darse en los días ligeramente nublados.

➤ **Colectores de tubo de vacío vs colectores de placa plana**

Existe un debate abierto entre los profesionales sobre cuál de las dos tecnologías de colectores es la más adecuada.

Los que abogan por los de tubo de vacío los consideran más avanzados y sostienen que en el futuro esta tecnología terminará por desplazar a los colectores de placa plana debido a su mejor rendimiento.

En cuanto al mayor costo de los colectores de tubo de vacío con respecto a los de placa plana, los partidarios de los primeros consideran que optar por ellos se compensa ya que al ofrecer un mayor rendimiento por m^2 será necesario adquirir menos colectores.

También alegan sus partidarios su facilidad para integrarlo en edificios ya que se pueden colocar en vertical cubriendo una fachada como se ha visto con alguna de las tecnologías.

Los que prefieren los colectores de placa plana sostienen que no se justifica estos colectores en países donde la temperatura media es suave (como España donde el frío no suele ser extremo y que tienen zonas de clima cálido) ya que unos más económicos paneles de placa plana pueden cumplir con los objetivos normalmente deseados sin problemas.

Otro aspecto a tener en cuenta se da en áreas con marcada diferencia de radiación y temperatura entre el invierno y el verano (como España menos Canarias, Sur de Argentina y de Chile) donde el número de paneles necesario para satisfacer las necesidades en invierno pueden suponer un problema de sobrecalentamiento en verano. Este factor de sobrecalentamiento ha de ser muy tenido en cuenta por el instalador ya que puede arruinar la instalación.



En estos casos, los partidarios de los colectores de placa plana sostienen que en una instalación con colectores de tubo de vacío se alcanzan en verano temperaturas de más de 130 °C lo que puede ser difícil (o costoso) de controlar mientras que en instalaciones de placa plana la temperatura que se alcanza es menor.

En áreas de climas tropicales y subtropicales los problemas de sobrecalentamiento en verano de reducirán conforme nos acerque al ecuador ya que la temperatura y la radiación tenderá a hacerse más uniforme a lo largo del año y el número de colectores será más ajustado en todos los meses.

En definitiva, un profesional adecuadamente formado debe valorar atendiendo a los requerimientos específicos de la instalación, la climatología del lugar en cada estación del año, a su experiencia previa y a la disponibilidad de presupuesto la elección de una u otra tecnología.

3.5.3.3 Equipo seleccionado para el edificio EL REY.

Tomando en cuenta la información anterior y tablas descritas, se escoge un equipo que pueda cumplir con los requerimientos y que además se encuentre en el mercado ecuatoriano, este es el siguiente:

- Número de personas: 6.
- Litros diarios de consumo por persona: 50 lt
- Capacidad del termotanque = 300 L.
- Numero de colectores solares planos = 2 colectores 1 tanque marca WALDEN modelo 300L como adjuntan datos técnicos en el Anexo 10
- Área requerida: 220 ancho x 280 largo x 108 alto pata equipos WALDEN.

3.5.3.4 Información del Producto:

- Tanque Acumulador: 200 l., 300 l.
- Material exterior acero galvanizado con recubrimiento PVDF o INOX.



- Material tanque interior acero inoxidable alimentario.
- Capa de aislamiento espuma de poliuretano.
- Barra de magnesio atrapa residuos minerales.
- Serpentín interior de tubo de cobre de alta pureza 40 metros
- Tubos de vacío
- Vidrio boro silicato con vacío, tratamiento metálico y absorción extra
- Medidas: 58mm x 1800mm.

Estructura de soporte

- Material aleación de aluminio
- Inclinación 25°

Tanque de nivel de agua.

- Material acero inoxidable.

Control de nivel por bolla inox

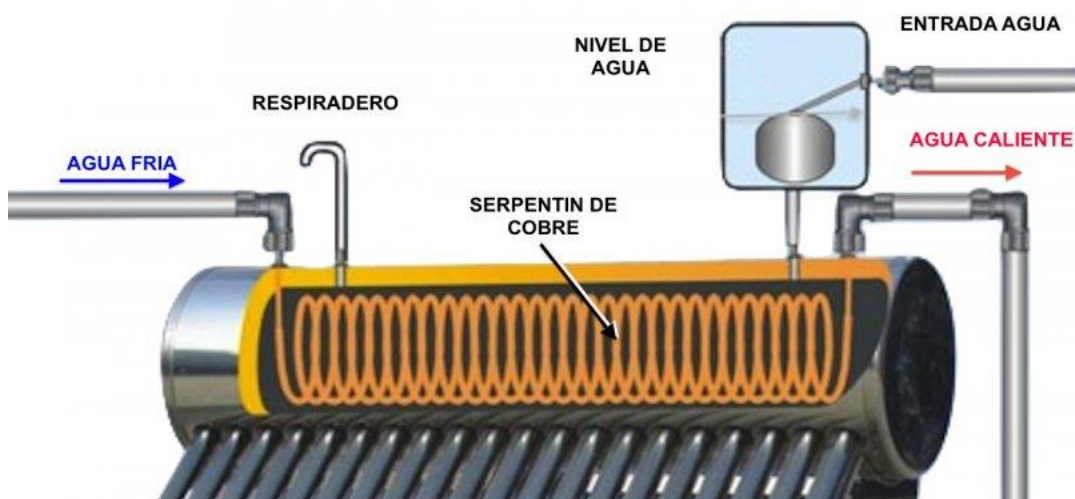
Opcional. (Con tapa)

Entrada en tanque para resistencia eléctrica

Entrada en tanque para sensor de kit Controlador digital, como se presenta en las figuras 25 y 26.



*Figura 25. Colector solar para el edificio.
Fuente: www.mimbrea.com*



*Figura 26. Diagrama del tanque térmico.
Fuente: www.mimbrea.com*



CAPITULO IV: ANALISIS CALIDAD DE ENERGIA, PANELES SOLARES Y AHORRO ENERGETICO EN EL EDIFICIO EL REY

El presente informe detalla las mediciones realizadas para el diagnóstico de calidad de energía a través del monitoreo en la red de distribución interna de los servicios generales del EDIFICIO EL REY, que está ubicado en la Av. Republica de Salvador N36- 161 y Naciones Unidas, Provincia de Pichincha, Cantón Quito, tomando como referencia la regulación CONELEC 004/01.

Normalmente para poder implementar una fuente de energía renovable (fotovoltaica) se realiza un estudio de la demanda.

4.1 Equipo y Localización de Puntos de Medición

Se realizó la medición en los puntos de entrada de la acometida dirigida hacia los servicios generales del edificio.

Se realizó la medición en mayo 2018 y el equipo que se utilizó es el analizador de energía TOPAS 1000, el cual ayuda a identificar de forma rápida el origen de perturbaciones y nos permite hacer un análisis mediante gráficas de la potencia demandada por el EDIFICIO EL REY, además nos permite realizar un estudio de calidad de energía eléctrica de dicho edificio.

El equipo TOPAS 1000 está construido para soportar cualquier ambiente, el analizador mide y registra variables relacionadas de manera simultánea en bajo voltaje (hasta 1000 V).

El equipo posee 8 canales, se encuentran divididos en 4 canales de corriente y 4 canales de voltaje.

Estos canales poseen una velocidad de hasta 10 MHz. El análisis de datos se lo hace a través de un software manejado desde una portátil. El tipo de conexión del equipo de medición con la portátil puede ser mediante vía internet, puerto serial, modem.



Figura 27. Analizador de energía instalado
Fuente: Fotografía

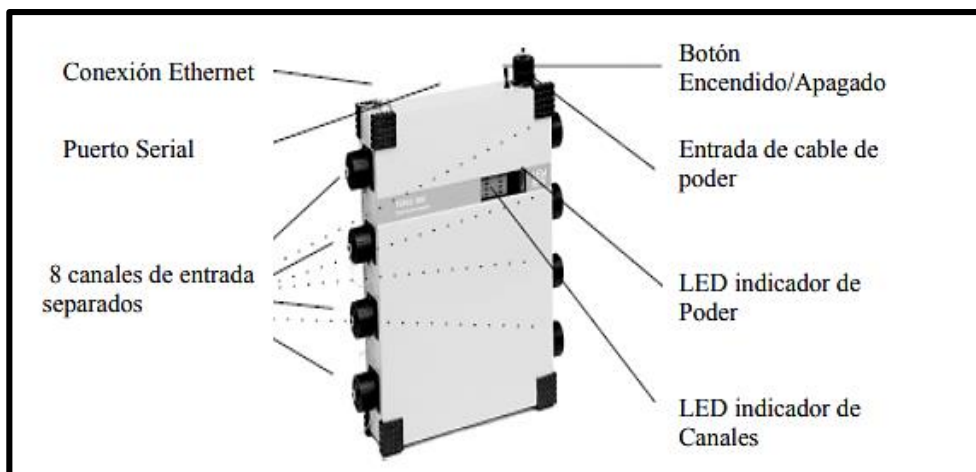


Figura 28. Partes del equipo TOPAS 1000.
Fuente: www.acrosel.com

Para poder empezar a utilizar el equipo analizador de energía se conecta el cable de poder hacia la respectiva entrada de las topas 1000 y luego a conectar el cable de poder hacia la fuente. A continuación, se procede a conectar las puntas de prueba hacia los respectivos de canales. El equipo TOPAS 1000 realiza mediciones efectivas en redes de baja tensión con la adquisición de datos cada 10 minutos de los siguientes parámetros.

- Voltajes y corrientes de fase y línea a neutro.
- Armónicos
- Flickers.
- Factor de potencia.
- Variaciones de voltaje.
- Potencia activa reactiva y aparente.
- Energía.

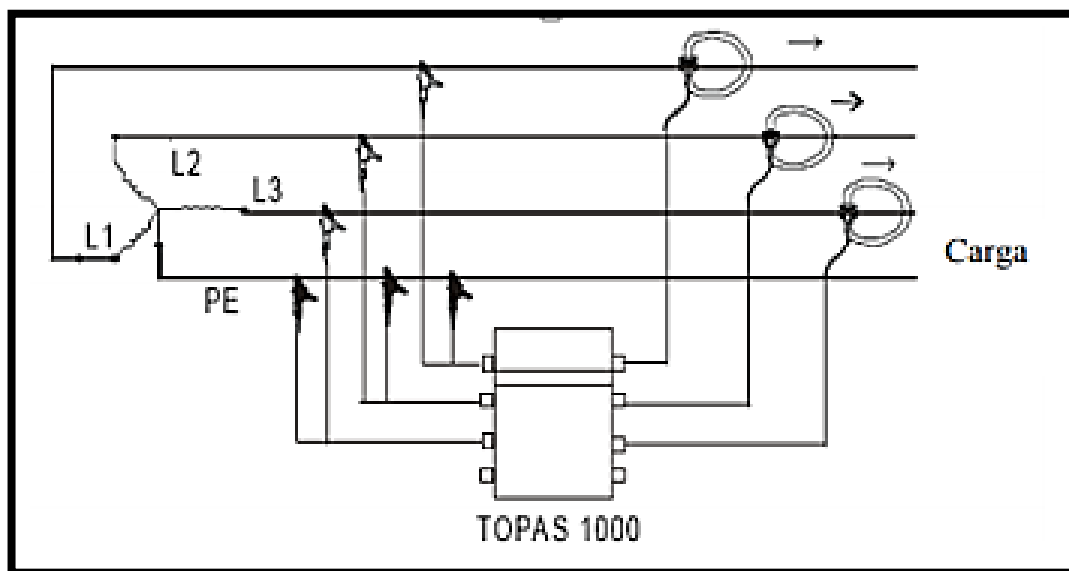


Figura 29. Conexión trifásica del analizador de energía TOPAS 1000.

Fuente: www.acrosel.com



Características de medición en el Edificio

Ubicación: Tablero de distribución (TGM)

Nivel de Tensión: 220V fase-fase.

Topología de medición: Trifásico-Estrella

Equipo de monitoreo: TOPAS 1000

Periodo de medición: Desde 05/05/2018 hasta el 10/05/2018

Intervalo de muestreo: 10 minutos

4.2 Análisis de Energía en el Edificio

Para realizar el diagnóstico de calidad de energía se comparan los resultados obtenidos con los valores de referencia dados, según la regulación CONELEC 004/01, la cual se presenta en el Anexo 4.

4.2.1 Niveles de Tensión

De acuerdo a la regulación del ARCONEL 004/01 las variaciones admitidas de voltaje con respecto al valor del voltaje nominal se presenta en la tabla 5.

Tabla 5. Valores de los niveles de tensión
Fuente: Autores.

Alta Tensión	$\pm 7,0 \%$
Media Tensión	$\pm 10,0 \%$
Baja Tensión. Urbanas	$\pm 10,0 \%$
Baja Tensión. Rurales	$\pm 13,0 \%$



Tabla 6. Niveles de tensión.

Fuente: Autores

Nivel de tensión Fase A	
Vpromedio= 128.75 V	
Mínimo	Máximo
14.16 V	131.979 V
Fecha: 10-05-2018 00:00	Fecha: 05-05-2018 10:00

LIMITE NIVEL DE TENSION ($\pm 10\%$ V. Nominal)			
-10 %	114.3 V	+ 10%	139.7
Muestras que no cumplen con el límite			
0.12578 No	99.874%	0% No Cumple	100% Cumple
Cumple	Cumple		

Nivel de tensión Fase B	
Vpromedio= 129.0657 [V]	
Mínimo	Máximo
121.83 V	132,261 V
Fecha: 09-05-2018 08:20	Fecha: 06-05-2018 02:20

LIMITE NIVEL DE TENSION ($\pm 10\%$ V. Nominal)			
-10 %	114.3 V	+ 10%	139.7
Muestras que no cumplen con el límite			
0.00 No Cumple	100% Cumple	0% No Cumple	100% Cumple

Nivel de tensión Fase C	
Vpromedio= 129.80 V	
Mínimo	Máximo
113.873 V	133,173 V
Fecha: 05-05-2018 15:00	Fecha: 05-05-2018 10:00

LIMITE NIVEL DE TENSION ($\pm 10\%$ V. Nominal)			
-10 %	114.3 V	+ 10%	139.7
Muestras que no cumplen con el límite			
0.12576 No Cumple	99.874% Cumple	0% No Cumple	100% Cumple

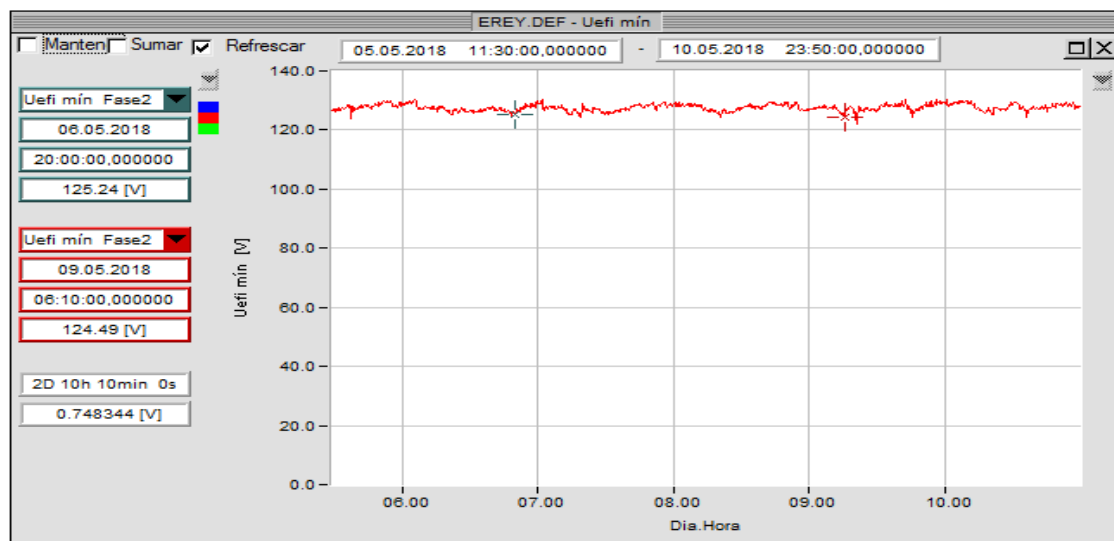


Figura 30. Nivel Mínimo de tensión fase A
Fuente: Autores

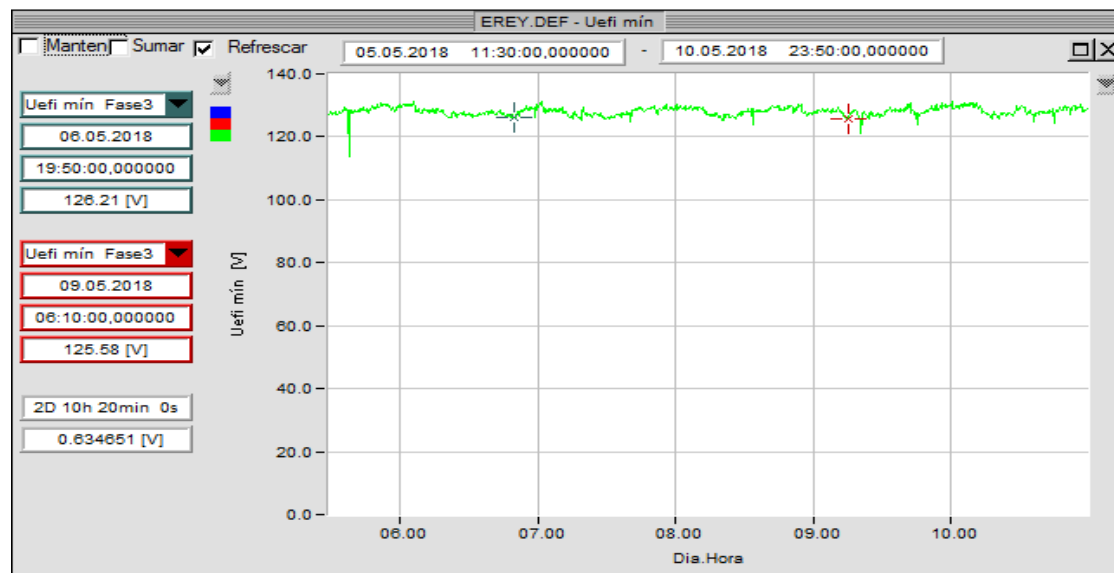


Figura 31. Nivel mínimo de tensión fase B
Fuente: autores

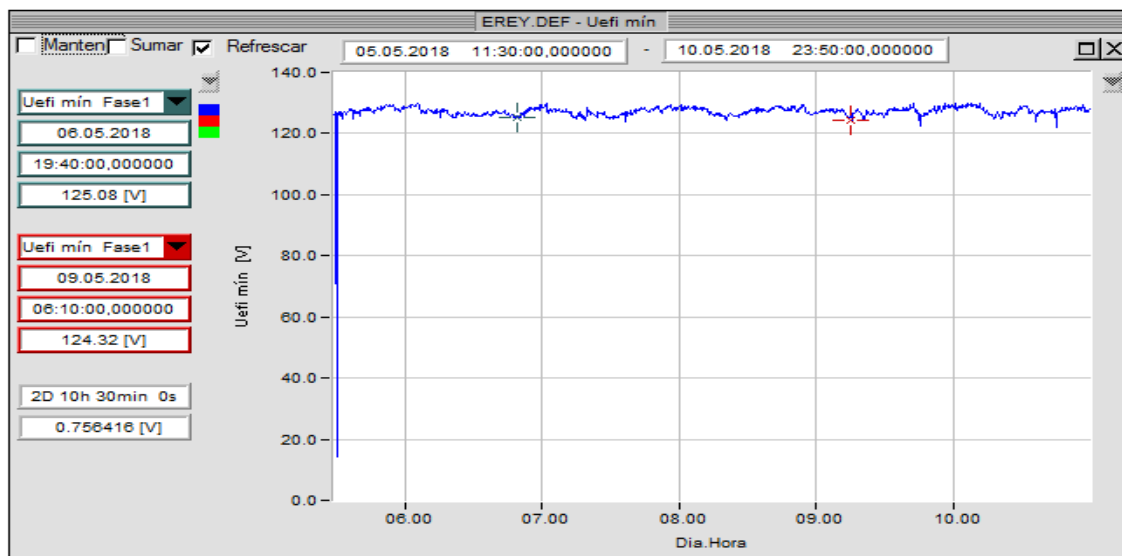


Figura 32. Nivel mínimo de tensión fase C
Fuente: Autores

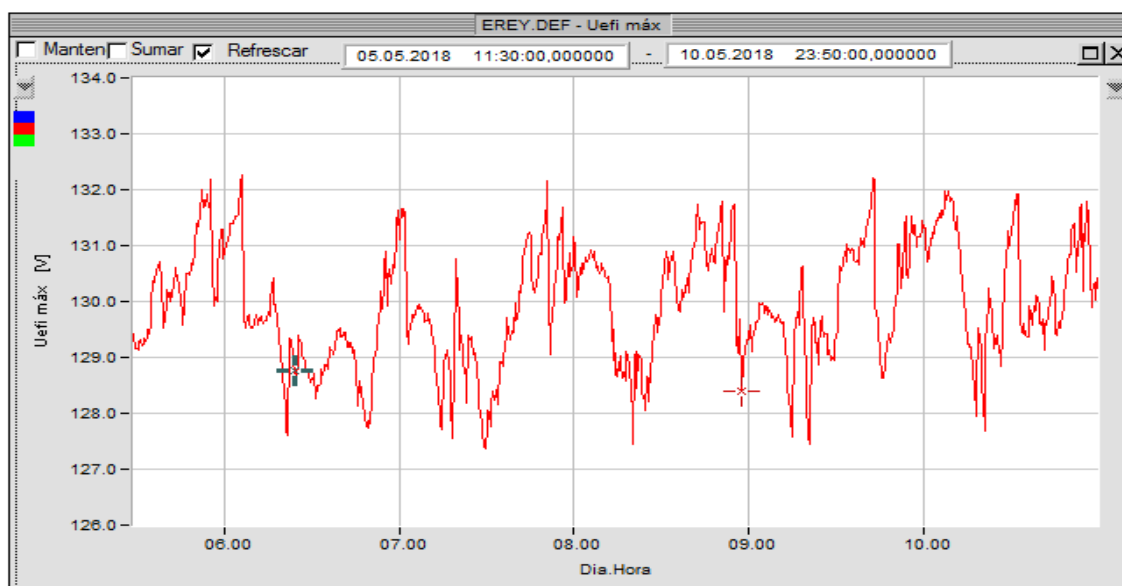


Figura 33. Nivel máximo de tensión fase A
Fuente: Autores

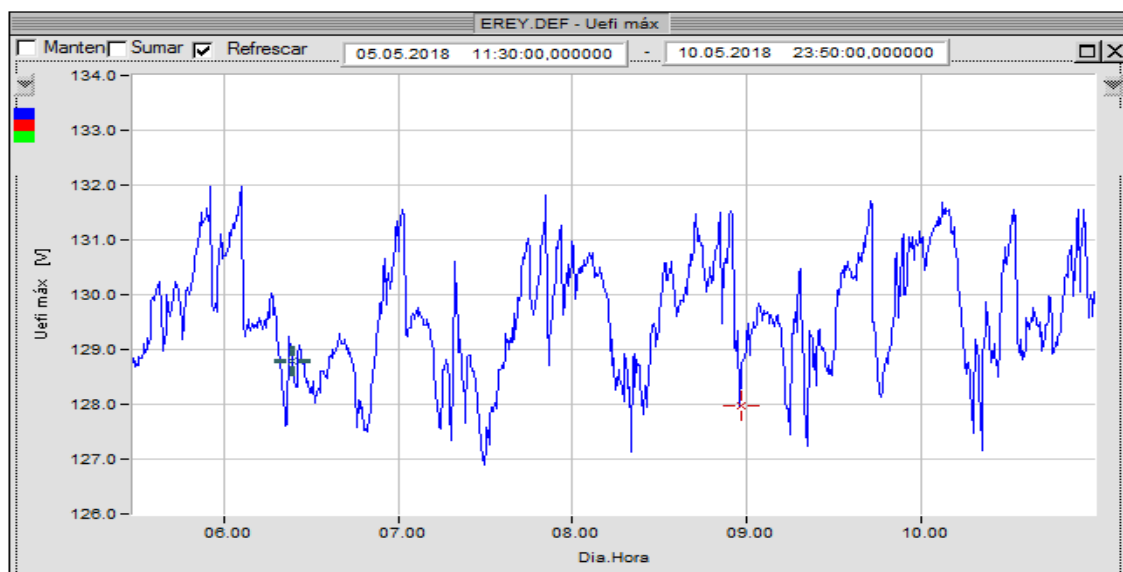


Figura 34. Nivel máximo de tensión fase B
Fuente: Autores

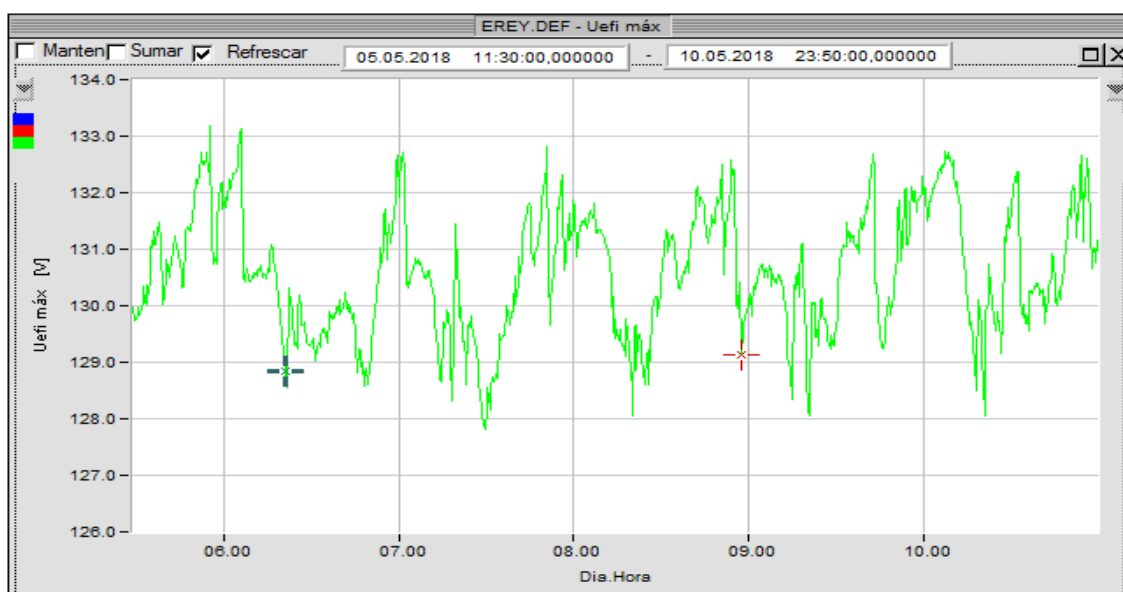


Figura 35. Nivel máximo de tensión fase C
Fuente: Autores

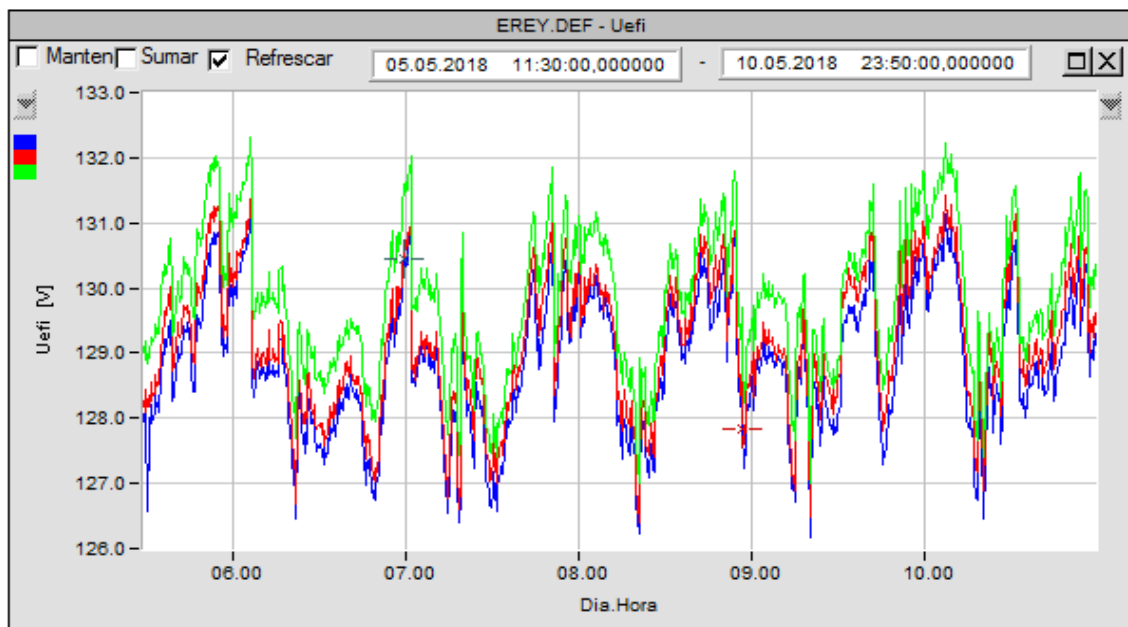


Figura 36. Promedio de nivel de tensión
Fuente: Autores

En las figuras 30, 31 y 32 se observa el comportamiento de los niveles de tensión mínima, las cuales nos indican que el valor mínimo registrado es en la fase A con 14.16 V con un período de duración menor a 10 min.

En las figuras 33, 34 y 35 se observa el comportamiento de los niveles de tensión máxima, las cuales nos indican que el valor máximo registrado es en la fase B con 133.173 V.

El desbalance de tensión presente en este edificio es del 0.017% estando dentro de los límites (2.5% a 5%), tomando voltajes promedio. Como se resume en la tabla 5

4.2.2 Niveles de Carga

En la siguiente tabla se detallan los valores mínimos, promedios y máximos registrados en cada fase.

Tabla 7. Niveles de carga.
Fuente: Autores

FASE	I(mín.)	I(prom)	I(máx.)
A	3.33	7.70	147.51
B	9.19	12.97	146.81
C	9.10	14.21	147.84

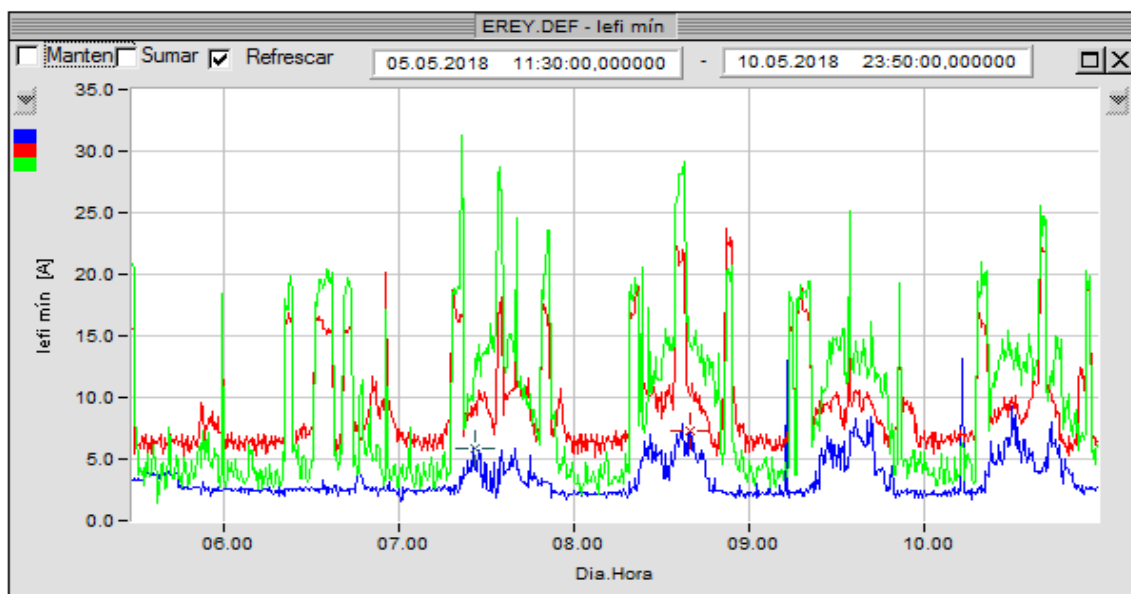


Figura 37. Niveles de corriente mínimos.

Fuente: Autores

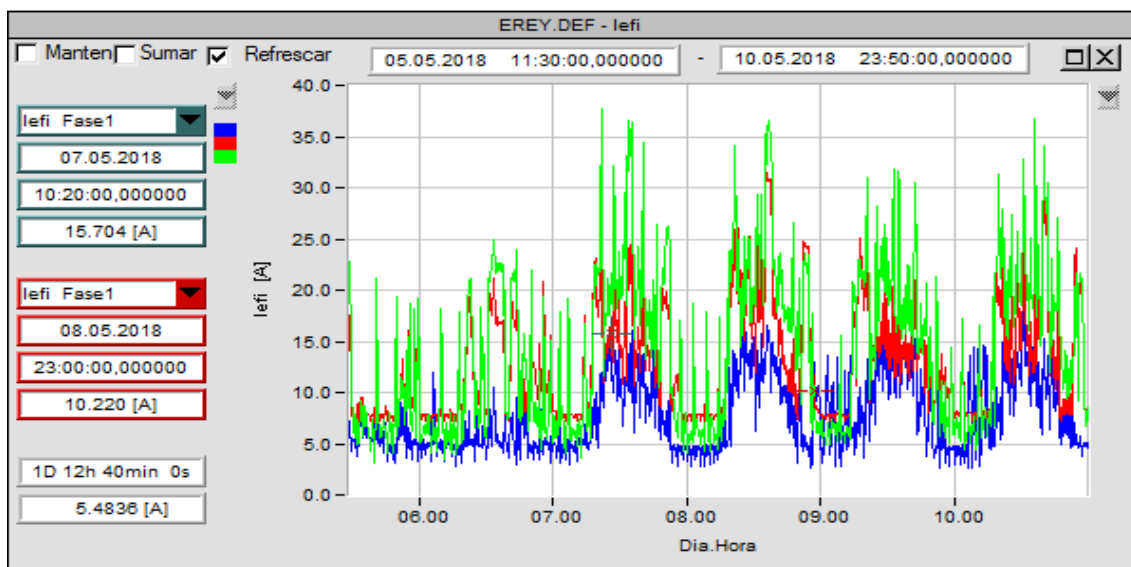


Figura 38. Niveles de corriente promedio

Fuente: Autores

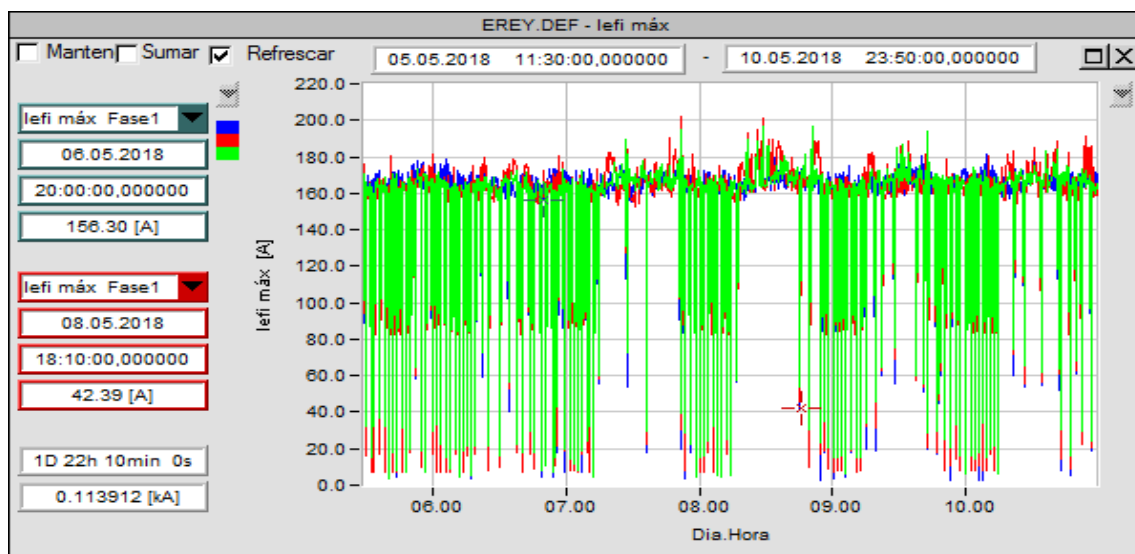


Figura 39. Niveles de corriente máxima
Fuente: Autores

Como se puede observar en las figuras la fase con mayor corriente consumida es la fase C. Existe un pico de corriente el día viernes 11 de mayo a las 5 pm., debido a que el ascensor trabaja en su máxima capacidad porque a esa hora la gente sale de sus oficinas.

4.2.3 Análisis de Flicker

El flicker o parpadeo se define como “la impresión subjetiva de la fluctuación de la luminancia”, de acuerdo con la CEI-555-1 (Comisión Electrotecnia Internacional). Es un fenómeno de origen fisiológico, visual que se presentan en los usuarios de las lámparas alimentadas por una fuente común a los circuitos de iluminación.

Las frecuencias de variación para las que se considera flicker son de 0,05 hasta 35 Hz para una frecuencia de red de 50 Hz y tensión nominal de 230 V, y de 0,05 hasta 42 Hz en redes de 60 Hz y tensión nominal de 120 V. [8]



Tabla 8. Análisis de Flicker.

Fuente: Autores

FLICKER - FASE A					
Límite Pst 1 p.u.	Muestras mayores al límite		Pst= 0.513p.u.		
	0		Mínimo	Máximo	
>1p.u.		<1p.u.	0.0864	0.930	
0.0%		100%	Fecha: 10-05-2018 19:00	Fecha: 07-05-2018 00:30	

FLICKER - FASE B					
Límite Pst 1 p.u.	Muestras mayores al límite		Pst= 0.5545		
			Mínimo	Máximo	
>1p.u.		<1p.u.	0.0940	1,094	
0.375%		99.625%	Fecha:07-05-2018 11:40	Fecha:09-05-2018 08:20	

FLICKER - FASE C					
Límite Pst 1 p.u.	Muestras mayores al límite		Pst= 0.5075		
	1		Mínimo	Máximo	
>1p.u.		<1p.u.	0.0940	0.9648	
0.0%		100%	Fecha:10-05-2018 19:40	Fecha:06-05-2018 05:00	

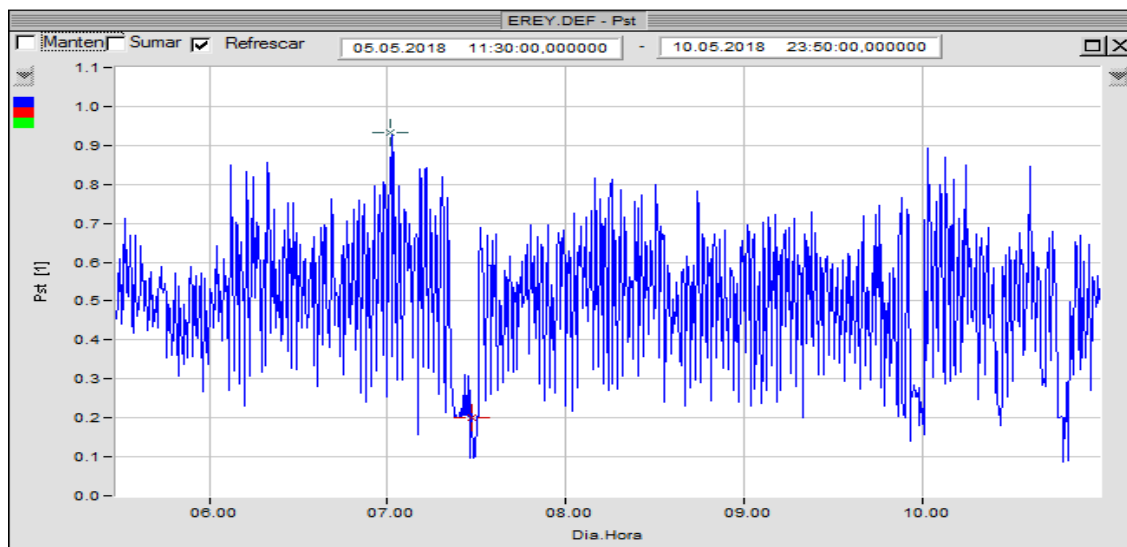


Figura 40. Nivel de severidad Flicker-PST Fase A
Fuente: Autores

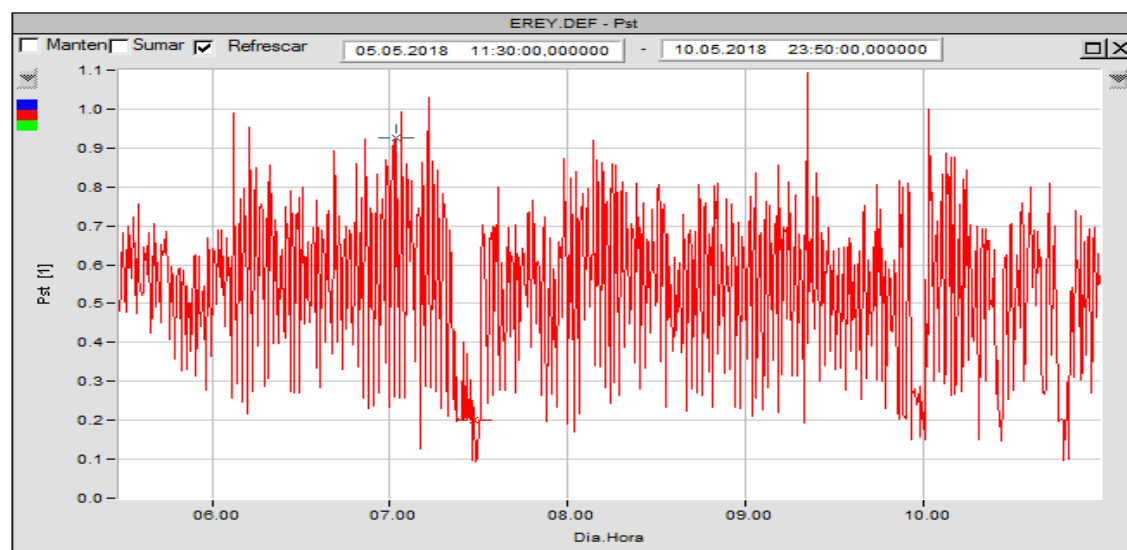


Figura 41. Nivel de severidad Flicker-PST Fase B
Fuente: Autores

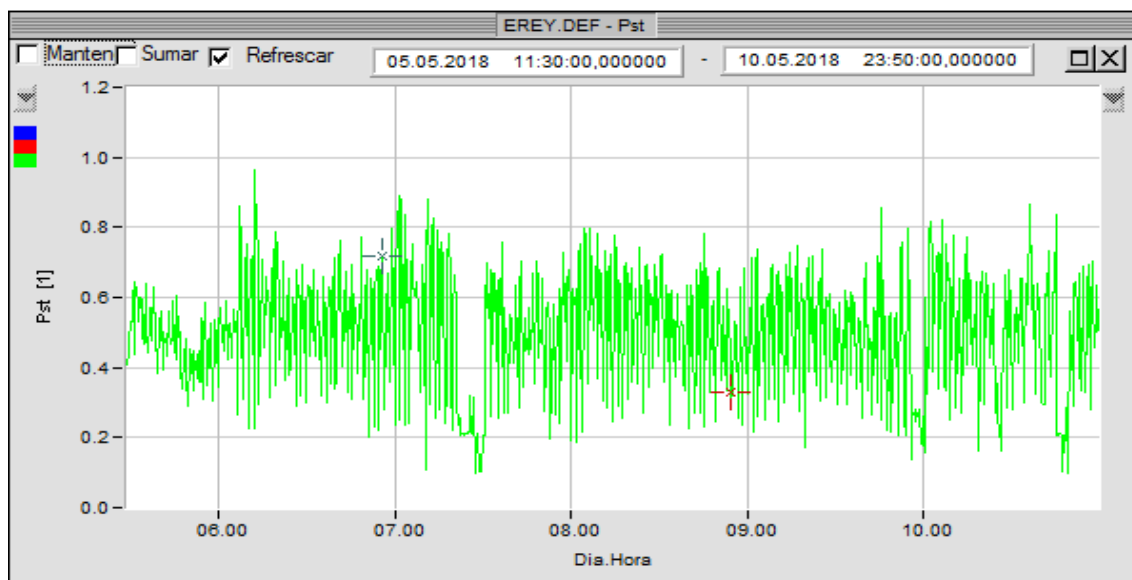


Figura 42. Nivel de severidad Flicker-PST Fase C

Fuente: Autores

Dentro del análisis de energía en el edificio de acuerdo a las gráficas existe flicker esto es debido a que existe variación en el voltaje, esto debido a arranque del motor del elevador, esto se nota en las lámparas. Y está dentro de los rangos permitidos por ARCONEL.

4.2.4 Análisis de Armónicos

En un sistema eléctrico de potencia ideal, la tensión y la corriente suministrada a los equipos correspondientes del consumidor son ondas de seno perfectas. Pero esto en la práctica nunca sucede, las condiciones nunca son ideales, así que las formas de onda de tensión y de corriente son distorsionadas. Las desviaciones de la onda seno son expresadas en términos de distorsión armónica.

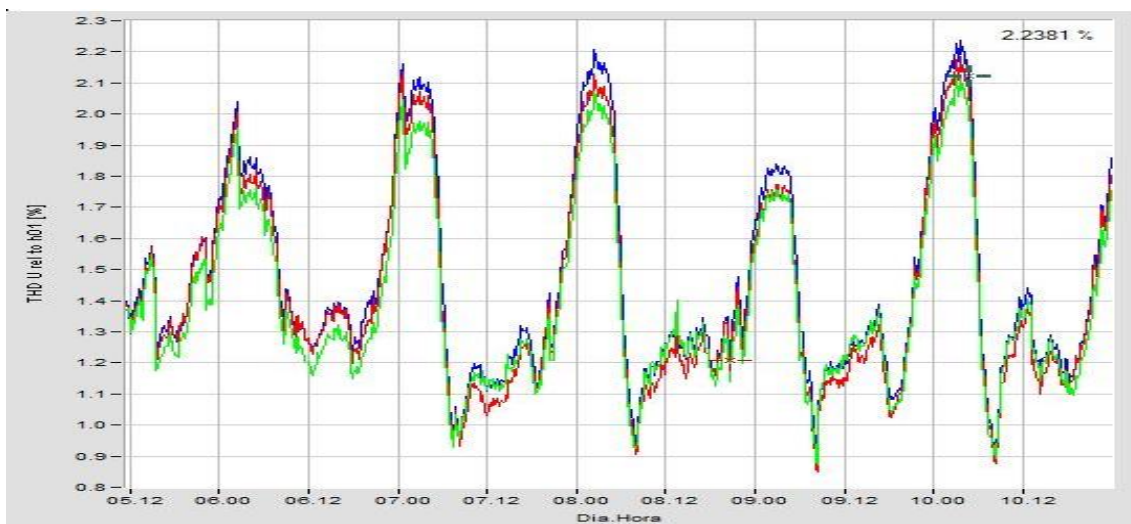


Figura 43. Armónico total de voltaje Espectro de distorsión
Fuente: Autores

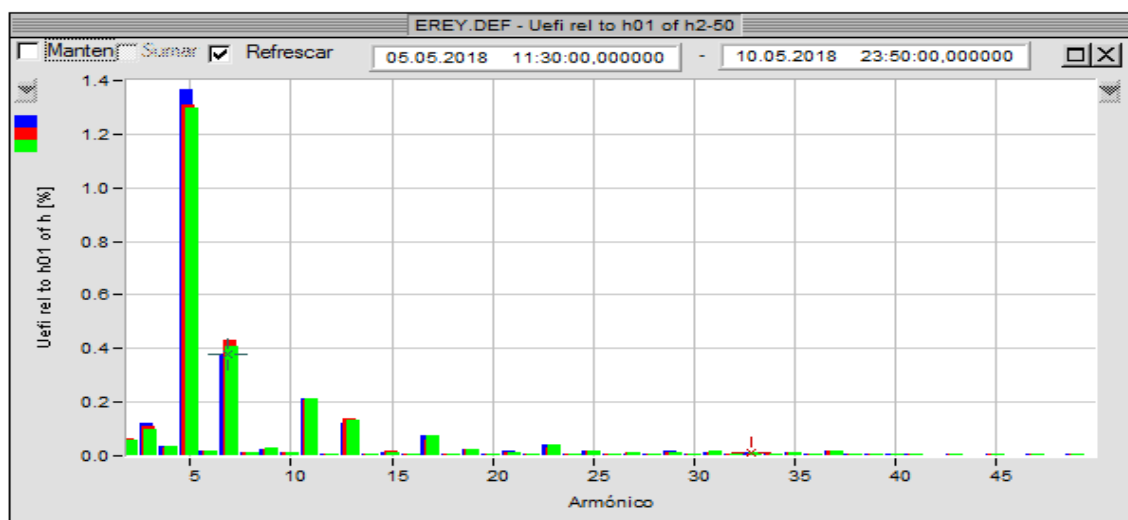


Figura 44. Armónica total de voltaje Espectro de distorsión
Fuente: Autores

De acuerdo al gráfico se puede visualizar que la distorsión armónica debido a los equipos electrónicos se encuentra dentro del rango permitido por la regulación del CONELEC 004/001, como se presenta en la tabla 9.

Tabla 9. Resultados de Análisis de Armónicos.

Fuente: Autores

Mediciones	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Mediciones > THDV= 8	0	0	0
Porcentaje > THDV = 8	0.00%	0.00%	0.00%



4.2.5 Factor de Potencia

El factor de potencia refleja el comportamiento de los reactivos en el edificio del cual depende el consumidor a ser o no penalizado.

En la siguiente tabla se resumen las mediciones del factor de potencia en cada fase, de la cual se puede apreciar que el promedio resultante de la fase B está por debajo del valor permitido, es decir menor a 0.92.

Tabla 10. Análisis y resultados del Factor de potencia.

Fuente: Autores

FACTOR DE POTENCIA		
FASE A	F.P.= 0.98	
	Mín. ↓	Máx. ↓
	0.88	1
	Fecha: 10.05.2018 21:10	Fecha:08.05.2018 22:00
FASE B	F.P.= 0.69	
	mín. ↓	Máx. ↓
	0.31	0.99
	Fecha:05.05.2018 13:20	Fecha: 05.05.2018 22:20
FASE C	F.P.= 0.955	
	mín. ↓	Máx ↓
	0.76	1
	Fecha: 05.05.2018 17:30	Fecha:10.05.2018 21:50

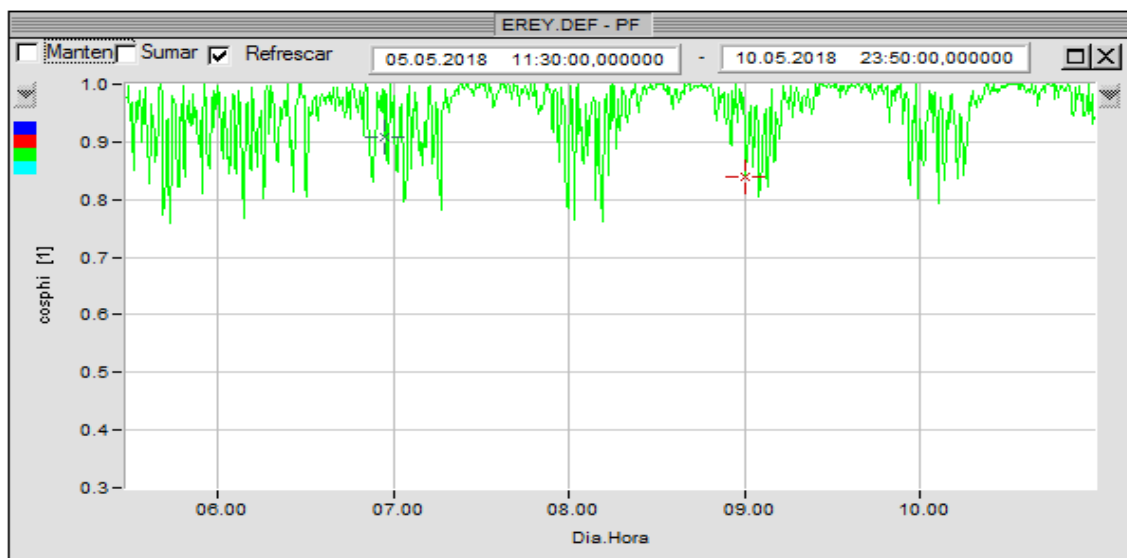


Figura 45. Factor de Potencia fase B
Fuente: Autores

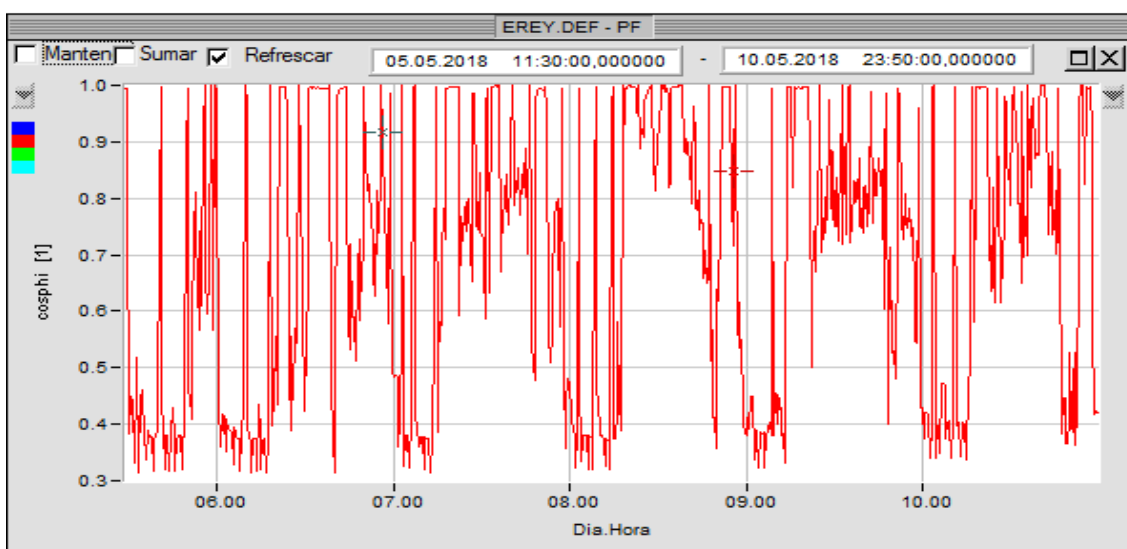


Figura 46. Factor de Potencia fase C
Fuente: Autores

En las figuras 45 y 46 se observa el comportamiento del factor de potencia para las fases A y C se puede apreciar que el factor de potencia es mayor a 0.92 mientras que para la fase B el factor de potencia se encuentra fuera del límite establecido según la regulación del CONELEC 004/01, para su comparación se adjuntan planillas eléctricas del edificio.

De acuerdo con los resultados y las planillas eléctricas, se verifica que en las planillas no se encuentra penalización por factor de potencia esto debido a que solo existe consumo activo.

4.2.6 Análisis de Frecuencia.

La Frecuencia de la corriente alterna constituye un fenómeno físico que se repite cíclicamente un número determinado de veces durante un segundo de tiempo y puede abarcar desde uno hasta millones de ciclos por segundo o Hertz (Hz).

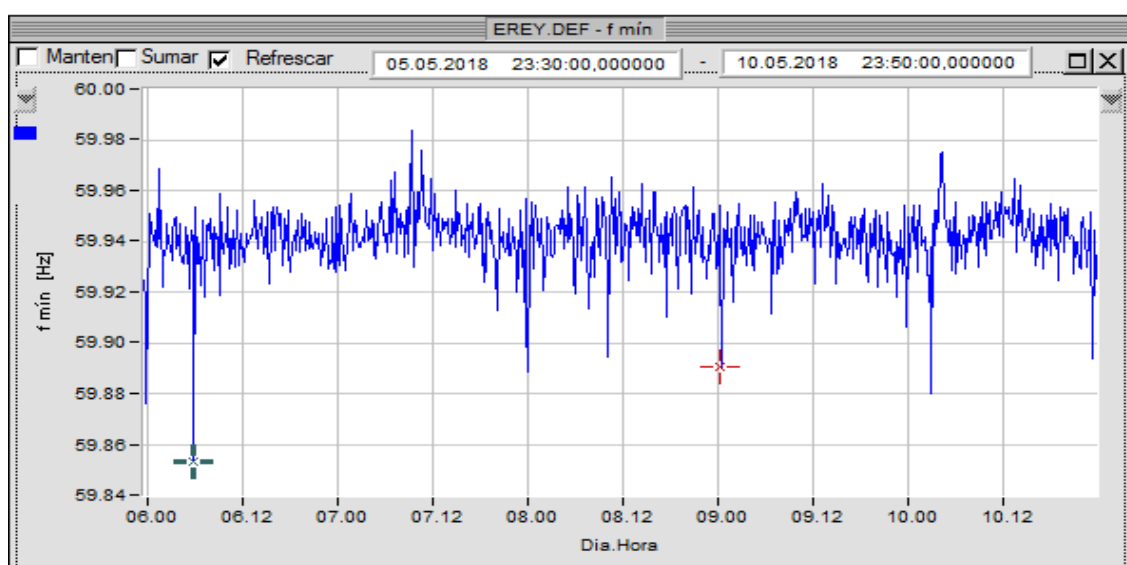


Figura 47. Frecuencia mínima

Fuente: Autores

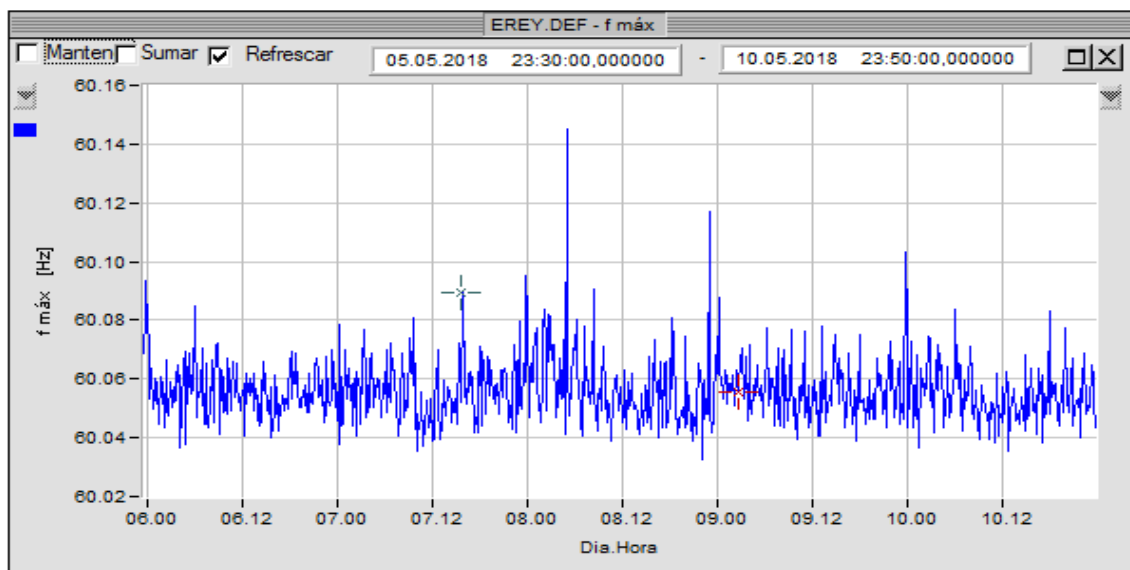


Figura 48. Frecuencia máxima
Fuente: Autores

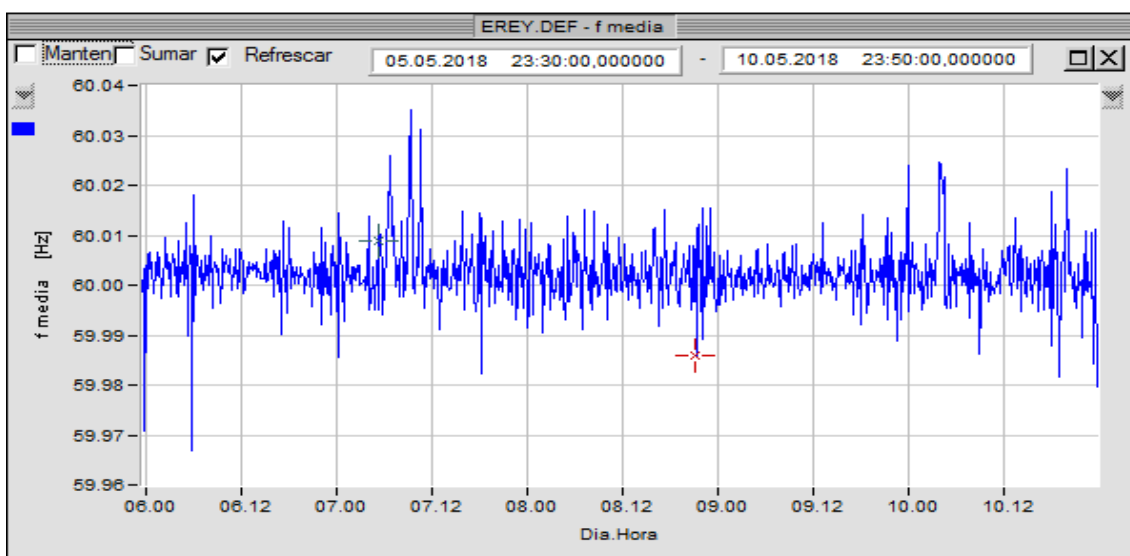


Figura 49. Frecuencia media
Fuente: Autores

Como se puede observar en las figuras 47 a 49, la frecuencia se encuentra dentro de los parámetros aceptables, Cuales se encuentran entre 59.8 a 60.2 Hz. Límites

4.2.7 Tensión y Corriente por Neutro

En la siguiente tabla 11 se presenta valores de tensión y corriente registrados durante la medición, en las cuales según la normativa para tensión y corriente¹, se excede los límites que se encuentra como mínimo de 0.6V hasta 1V.

Mientras que, para la corriente, tanto la corriente promedio como la máxima registrada excede el límite de los 10 Amperios.

Circulación de Tensión y Corriente por neutro según ANSI IEEE 1100 – 1999

Tabla 11. Tensión y corriente circulante por neutro.

Fuente: Autores

MAGNITUD	Mín	Promedio	Máximo
Tensión por neutro (V)	15.46	16.66	17.41
Corriente por neutro (A)	5.61	12.57	60.77

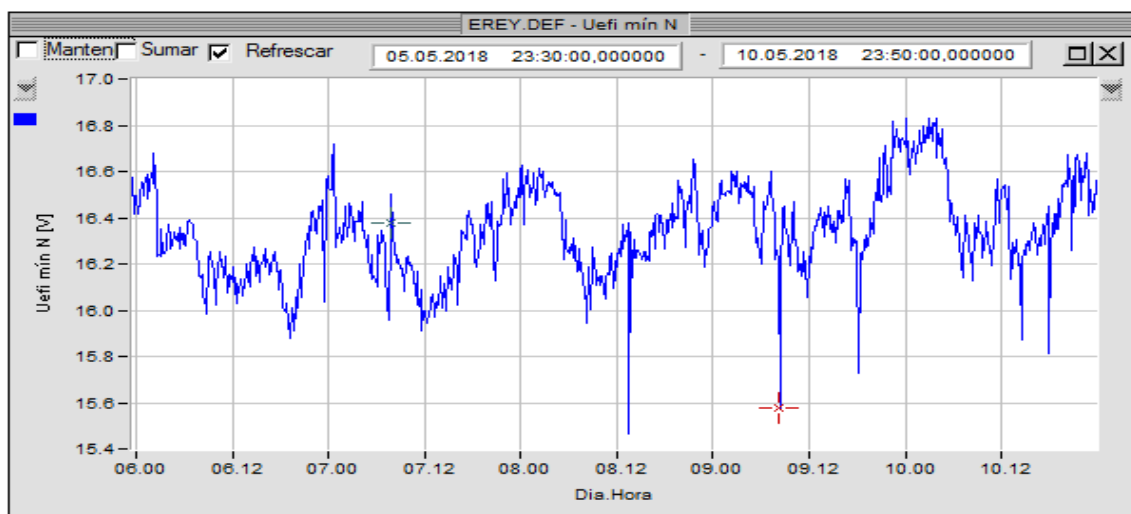


Figura 50. Voltaje en el neutro mínimo

Fuente: Autores

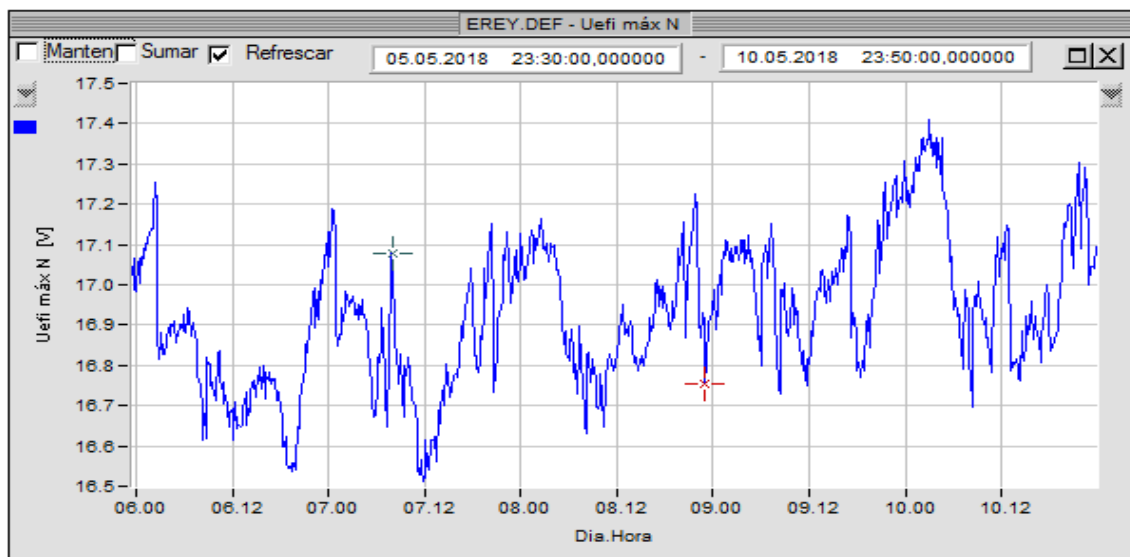


Figura 51. Voltaje en el neutro promedio
Fuente: Autores

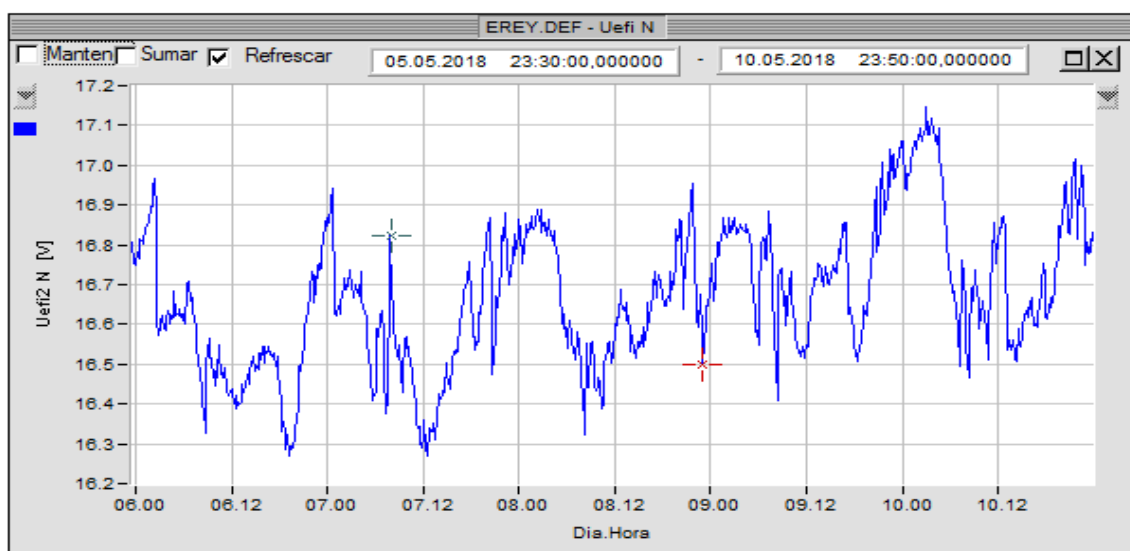


Figura 52. Voltaje en el neutro máximo
Fuente: Autores

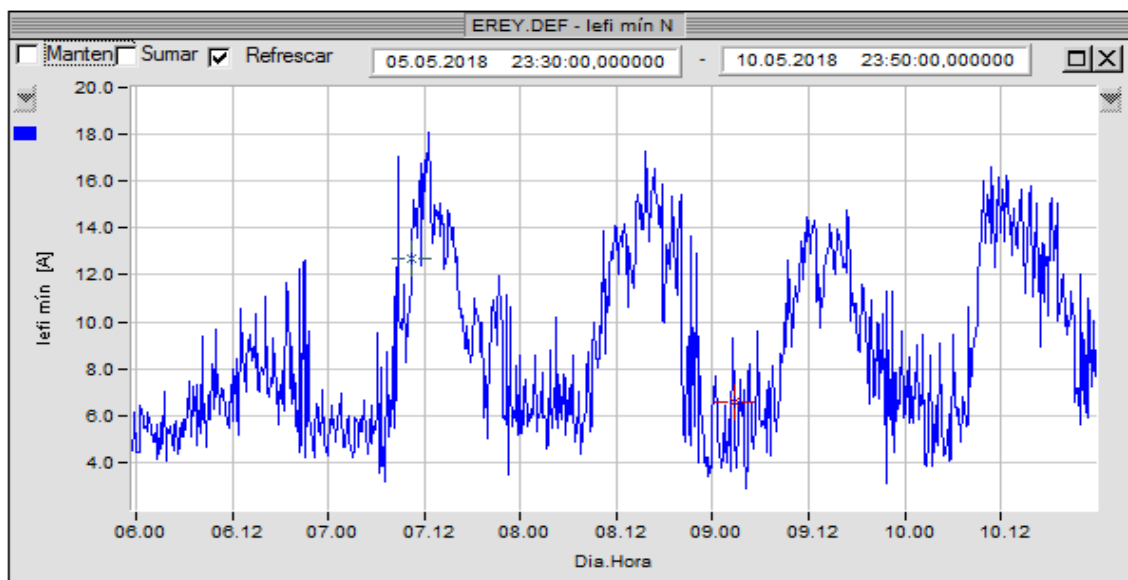


Figura 53. Corriente mínima por el neutro
Fuente: Autores

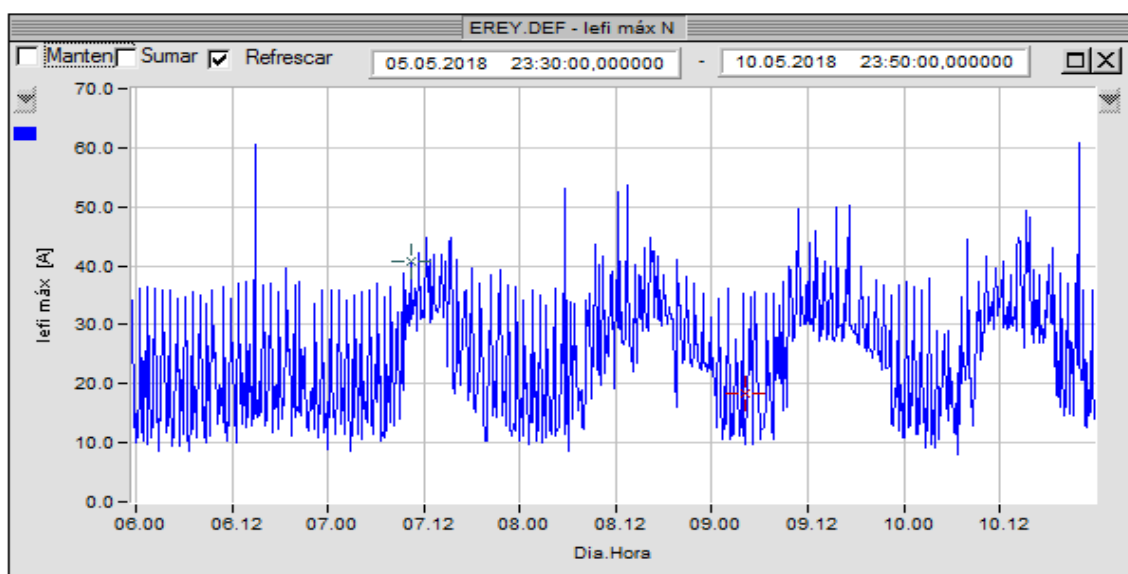


Figura 54. Corriente máxima por el neutro
Fuente: Autores

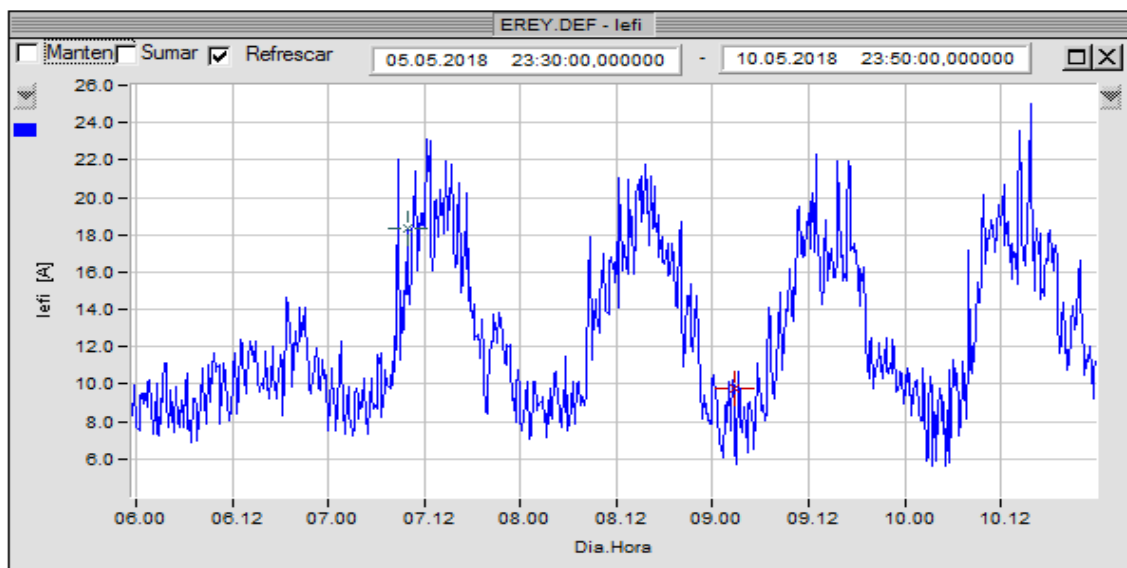


Figura 55. Corriente promedio por el neutro
Fuente: Autores

La figura 54 se presenta la tensión por tierra supera los rangos de voltaje de acuerdo a la norma ANSI IEEE 1100-1999, encontrándose alto con respecto al límite establecido.

Como se puede observar en la figura 55 existe una corriente promedio de 12.57 A que circula en el neutro esto quiere decir que el sistema no se encuentra balanceado debido a la conexión de cargas no lineales, como lámparas fluorescentes, fuentes conmutadas de diferentes equipos electrónicos.

4.2.8 Análisis de Energía

La energía total promedio registrada por el equipo de Calidad de Energía durante la medición es de, como se presenta en la Tabla 12.

Tabla 12. Energía Registrada por el Equipo

Fuente: Autores

Energía		
Activa (Wh)	Aparente (VA)	Reactiva (VAR)
195476,237	4656,64485	-682,575981

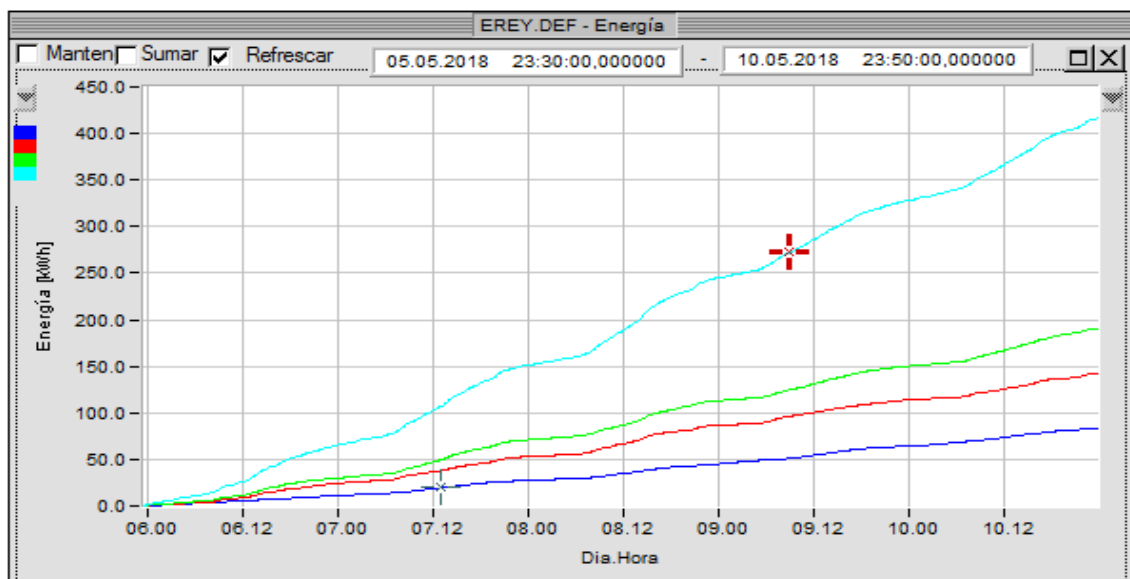


Figura 56. Energía

Fuente: Autores

4.2.9 Huecos y Picos

Un hueco de tensión es definido como la diferencia entre la tensión eficaz mínima durante el hueco de tensión y la tensión declarada. Las variaciones de tensión que no reducen la tensión de alimentación a un valor inferior al 90% de la tensión declarada no son consideradas como huecos de tensión.

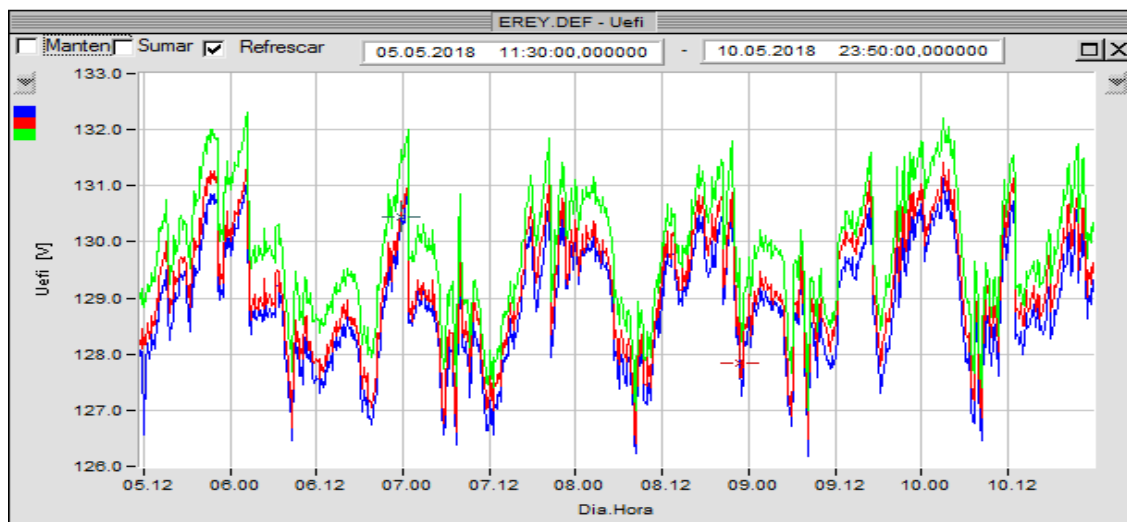


Figura 57. Espectro de voltajes
Fuente: Autores

El comportamiento de las variaciones de tensión (huecos y picos), cuyos picos registrados no sobrepasan un minuto, estando dentro de rango según la normativa adoptada

4.3 Resumen del Análisis de Calidad de Energía

Mediante el estudio de calidad de energía se pudo obtener indicadores según especificaciones técnicas que no cumplen con los requerimientos y planificar soluciones para obtener una idónea calidad de energía eléctrica.

De acuerdo a los resultados de análisis de huecos y picos de tensión, la planta no presenta inconvenientes, dado que el voltaje se mantiene siempre sobre límite permitido.



Tabla 13. Observaciones de resultados obtenidos.

Fuente: Autores

	OBSERVACIÓN	RECOMENDACIÓN
NIVELES DE Tensión	Todas las fases cumplen con la Regulación.	N/A
FLICKER Pst	Los Pst se encuentran dentro del rango establecido en la Regulación 004/01	N/A
ARMÓNICOS THD_v	La distorsión armónica de tensión se encuentra dentro de los parámetros de la regulación 004/01	N/A
FRECUENCIA	Las variaciones de frecuencia se encuentran dentro de la tolerancia establecida en la Regulación 004/01	N/A
Tensión Y CORRIENTE POR NEUTRO	La tensión a tierra no se encuentra cumpliendo con la normativa adoptada, mientras la corriente por tierra, sobrepasa el límite de circulación por tierra.	Equilibrar cargas monofásicas, Mejorar puestas a tierra.
ENERGÍA	Se presentaron reactivos negativos.	
HUECOS Y PICOS	Los huecos y picos medios no superan el minuto, cumpliendo con la curva ITI	N/A
CARGA	La carga está dentro de las normas establecidas por la regulación	
FACTOR DE POTENCIA	En la fase B se encuentra fuera de los rangos establecidos por la regulación	



4.4 Eficiencia Energética en el Edificio el Rey

De acuerdo al concepto de eficiencia energética y tomando en cuenta los valores de facturación debido a la iluminación en el edificio, se considera una mejora en este servicio con el fin de disminuir costos y ayudar a preservar el medioambiente.

Para aplicar la eficiencia energética se procede seleccionando una mejor tecnología en iluminación, la cual sea más eficiente, menos costosa, que reduzca el nivel de contaminación y que tenga un mayor tiempo de vida respecto a las luminarias instaladas actualmente en el inmueble.

De acuerdo al análisis descrito en el párrafo anterior se ha seleccionado las luminarias tipo LED, dichas luminarias cumplen con los requisitos, TUBO T8 DE LED 18W, cuya ficha técnica se encuentra en el ANEXO 15, que tienen un precio de inversión de \$8.23 cada una. TUBO T8 DE LED 18W, cuya ficha técnica se encuentra en el ANEXO 15,

4.4.1 Levantamiento de Carga de las luminarias existentes

El área de uso común del Edificio, conformada por los pasillos, parqueaderos, gradas, baños, bodegas y salón comunal; actualmente tiene instaladas lámparas fluorescentes, focos incandescentes y lámparas de bajo consumo, cuyas potencias se detallan en la tabla 14.

Tabla 14. Inventarios de luminarias edificio El Rey
Fuente: Autores

Ubicación	# Luminarias	Tipo	Marca	Horas día	Potencia	Potencia total (W)	Energía(Wh)
PARQUEADERO 1, 2 y 3	51	Fluorescentes	SILVANIA	5	32	1632	8160
11 PASILLOS Y GRADAS	130	Lámpara de bajo Consumo	SILVANIA	5	25	3250	16250
DODEGAS 1, 2 Y BAÑOS	50	Focos Incandescentes	OKMM	5	60	3000	15000
SALON COMUNAL	27	Fluorescentes	SILVANIA	5	32	864	4320
TOTAL						8746	43730

Al realizar el producto del valor encontrado de carga en W, por los diferentes factores de multiplicación, se obtiene el valor de la potencia necesaria para la instalación.

$$Potencia_{requerida} = 8746 * 0.9 * 0.48 * 1 * 1.1 * 1.1$$

$$Potencia_{requerida} = 4571.71W$$

Tabla 15. Estudio de carga y demanda iluminacion del edificio El Rey

Fuente: Autores

RENGLON		TIPO DE LUMINARIAS EN SSGG EDIFICIO			FFUN	CIR	FSn	DMU
DESCRIPCION		CANT	Pn(w)	%	(w)	(%)	w	
1	FLOURESENTES	78	32	100	2496	80	1996,8	
2	LAMPARAS BAJO CONSUMO	130	25	100	3250	25	812,5	
3	FOCOS INCANDESCENTES	50	60	100	3000	45	1350	
TOTALES					8746		4159,3	
FACTOR DE POTENCIA fp		0,9		FACTOR DE DEMANDA FDM= DMU(w)/CIR(w)			0,48	
DMU (kVA)		4,6		DEMANDA REQUERIDA (KVA)			4,6	
Ti(%)		1						
(1+Ti/100) ¹⁰		1,1						
DMUp (kVA)		5,1						
FACTOR DE DIVERSIDAD		1						
DEMANDA CALCULADA		5,1		SR. JORGE CHICAIZA				
FACTOR DE SOBRECARGA		10%						

➤ **Costo Mensual de la Energía consumida por iluminación en el Edificio**

Consumo diario de energía con lámparas convencionales

$$E_d = 5h * 4.6kW = 23kWh - dia$$



La Energía consumida en un mes

$$E_{mes} = 30 * 23kWh - día$$

$$E_{mes} = 690$$

Por lo tanto, el costo mensual será de:

$$Costo_{mensual} = \$0.083 * 690kWh / mes$$

$$Costo_{mensual} = \$57.27$$

4.4.2 Levantamiento de carga con la mejora tecnológica en iluminación.

De acuerdo al análisis realizado en el capítulo 3, se propone cambiar el tipo de luminarias utilizadas en el edificio, por luminarias de tecnología led. Por lo tanto, se realiza el levantamiento de carga para el caso del cambio de tecnología, este estudio se resume en la tabla 16.

Tabla 16. Inventarios de luminarias nueva tecnología edificio El Rey

Fuente: Autores

Ubicación	# Luminarias	Tipo	Horas día	Potencia(W)	Potencia total	Energía(Wh)
parqueadero 1,2 y 3	51	led	5	18	918	4590
11 pasillos y gradas	130	led	5	8	1040	5200
Bodegas 1, 2 y baños	50	led	5	18	900	4500
Salon Comunal	27	led	5	18	486	2430
Total					3344	16720



Al realizar el producto del valor encontrado de carga en W, por los diferentes factores de multiplicación, se obtiene el valor de la potencia necesaria para la instalación.

$$Potencia_{requerida} = 3344 * 0.9 * 0.48 * 1 * 1.1 * 1.1$$

$$Potencia_{requerida} = 1747.98W$$

➤ Costo Mensual de la Energía consumida por iluminación en el Edificio

Consumo de energía con lámparas de tecnología led potencia de 18W y utilización de cada lámpara de 5 horas por día.

$$E_d = 5h * 1.74kW = 8.73kWh - dia$$

La Energía consumida en un mes

$$E_{mes} = 30 * 8.73 = 261.9kWh -mes$$

Por lo tanto, el costo mensual será de:

$$Costo_{mensual} = \$0.083 * 261.9kWh / mes$$

$$Costo_{mensual} = \$21.73$$

4.5 Realización del Cálculo fotovoltaico para el Edificio el Rey.

En el caso de una instalación de energía solar fotovoltaica autónoma (aislada de la red), es fundamental un correcto dimensionamiento tanto para poder abastecer con garantías la demanda energética que existe, como también para acotar los costos económicos de la instalación. Como se presenta en la Figura 60.



Figura 58. Paneles solares en un edificio
Fuente: fotografía

4.5.1 Cálculo de consumo estimado

De acuerdo a la planificación anterior y tomando en cuenta la propuesta de eficiencia energética, se obtiene el consumo total estimado para el edificio.

Total, consumos por día estimados (**Cde**) = **8739.9 Wh - día**

Valor al que se le debe considerar un rendimiento de la instalación del 75% al calcular la energía total necesaria para abastecer la demanda:

$$Ten. = \frac{Cde}{0,75}$$

Total, energía necesaria (**Ten**) = **11653.2Wh/día**

4.5.2 Radiación solar disponible

Para obtener la radiación solar incidente, se pueden utilizar tablas con estimaciones ya existentes. Una buena fuente de estas estimaciones son las publicaciones del (MEER) donde se pueden obtener los datos de insolación para todo el Ecuador en forma fácil y rápida.

Para encontrar los datos de radiación en el lugar de instalación del sistema fotovoltaico, se utiliza la aplicación **Solarius_PV_v1400d_ES**.

El mes más desfavorable de radiación, se observa que es en mayo con 5,27 kWh·m²/día, de forma que hay que dimensionar la instalación para las condiciones mensuales más desfavorables de insolación, y así asegurar a cubrir la demanda durante todo el año.

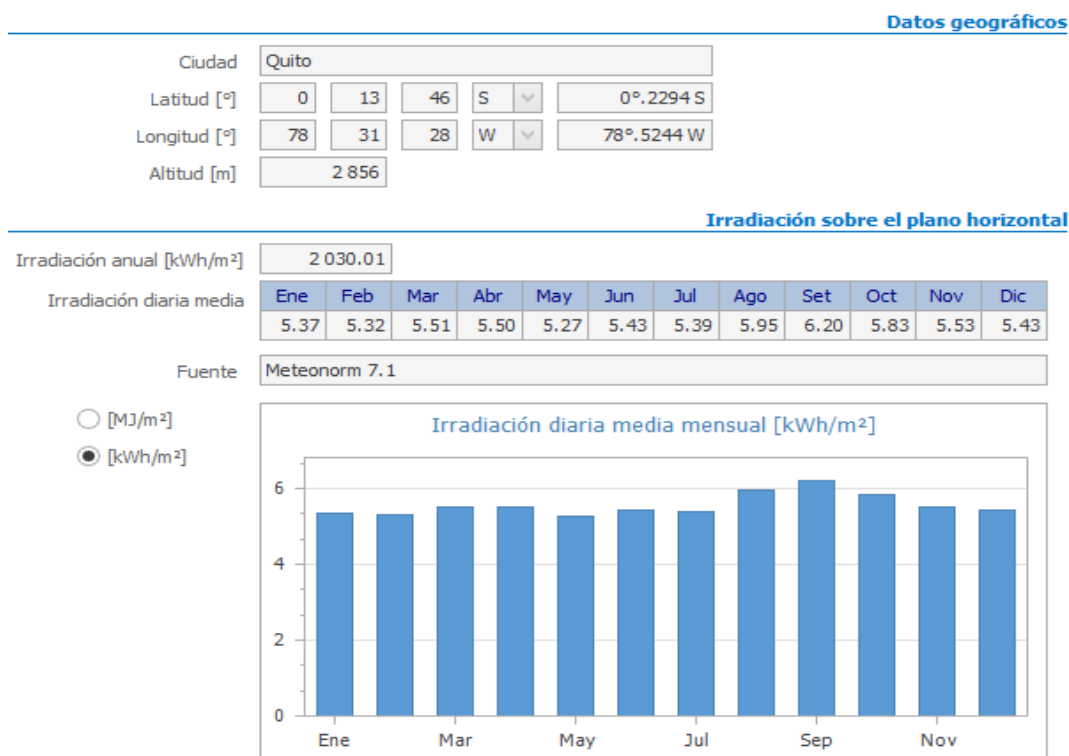


Figura 59. Irradiación solar en Quito.
Fuente: www.quitoambiente.gob.ec

Una vez conocido el valor de la menor radiación, se lo debe dividir entre la radiación solar incidente a utilizar para calibrar los módulos. (1 kW/m²), entonces se obtiene la cantidad de horas sol pico (HSP). Que es el número de horas equivalente que tendría que brillar el sol en una intensidad de 1000 W/ m² para obtener la insolación total en un día ya que el sol varía su intensidad a lo largo del día, como se expresa en la Figura 59.

$$\text{HSP} = \text{radiación solar tablas} / 1\text{kW/m}^2 = 5,27 \text{ HSP}$$



4.5.3 Cálculo de placas o paneles solares necesarios

Se realizan los cálculos y establecer el número de módulos (placas o paneles solares) en función de las condiciones de radiación más desfavorables. Para realizar este cálculo se han elegido módulos de 24V/300 W. Este dato viene dado en las características técnicas de los módulos elegidos según cada modelo y fabricante.

4.5.4 Para instalaciones de uso diario se utiliza la fórmula:

$$Nm = \frac{\text{energía necesaria}}{HSP * \text{rendimiento de trabajo} * \text{potencia pico del modulo}}$$

El rendimiento de trabajo tiene en cuenta pérdidas producidas por el posible ensuciamiento y/o deterioramiento de los paneles fotovoltaicos (normalmente 0,7 – 0,8).

4.5.5 Número de módulos para instalación de uso diario:

$$Nmd. = \frac{11653.2}{5,27 * 0,8 * 275}$$

Nmd = 10.05 equivalente a 10 paneles solares

$$N^{\circ} \text{ paneles en paralelo} = \frac{\text{Número Total de Paneles}}{\text{Número de Paneles en Serie}}$$

$$N^{\circ} \text{ paneles en paralelo} = \frac{10}{5}$$

$$N^{\circ} \text{ paneles en paralelo} = 2$$

4.5.6 Capacidad de los acumuladores

Para diseñar la capacidad de las baterías de acumulación, primero se tiene que establecer la autonomía deseada en caso de tener días desfavorables sin insolación por abundante nubosidad.

$$\text{Capacidad de la bat.} = \frac{\text{energía necesaria} * \text{días de autonomia}}{\text{voltaje} * \text{profundidad descarga de la batería}}$$

La profundidad de descarga depende del tipo de batería elegido. Estos valores oscilan entre 0,5 a 0,8. Se puede consultar estos valores en las características técnicas para cada



modelo y fabricante. Para el presente proyecto se elige una batería que tolere una descarga de hasta un 30% (0,6).

$$\text{Capacidad de la acumulacion} = \frac{11653.2 * 1}{24 * 0,3}$$
$$\text{Capacidad de la acumulacion} = \mathbf{1618.5}$$

Capacidad de acumulación = 1618.5 Ah (c100)

El valor c100 indica que la capacidad de la batería será la suministrada por ciclos de carga de 100 h, que es la frecuencia de carga normalmente establecida en electrificación rural.

La selección del sistema de acumulación requiere de diferentes comprobaciones para que el sistema dure y tenga un óptimo rendimiento. Los sistemas de acumulación necesitan una mínima intensidad de carga para asegurar que las baterías carguen correctamente y evitar que tengan una vida útil más corta de la esperada.

Para este proyecto se utilizan baterías **HOPPECKE 8 OPzS 800 12V 1200Ah en C100**, la cual tiene una profundidad de descarga del 40%, y 100 horas de capacidad de acumulación.

La batería antes mencionada tiene las siguientes características:

- Batería estacionaria compuesta por 6 vasos de 2V cada uno. El conjunto también se conoce como acumulador solar.
- Los acumuladores solares están diseñados para instalaciones aisladas de elevado consumo o consumo de forma continuada.
- Las baterías HOPPECKE proporcionan unos 8000 ciclos de carga y descarga a profundidad del 20% y 1500 ciclos al 80%
- La expectativa de vida de estas baterías es de hasta 20 años con ciclos de descarga del 20%. Lo que es equivalente a una batería con 3-4 días de autonomía donde cada día se consume solamente alrededor del 20% de la capacidad total.
- Tensión de absorción: 14,4V
- Tensión de flotación: 13,38V - 13,5V



De acuerdo a las especificaciones de la batería seleccionada para el proyecto fotovoltaico esta batería el nivel de voltaje del sistema será de 48V. el cálculo de número y forma de conexión de las baterías se presenta en las siguientes tablas realizadas en Excel.

Tabla 17. Cálculo para determinar el número y disposición de las baterías

Fuente: Autores

Número Necesario de Baterías	
Ah necesarios	1618,5
días de autonomía	1
factor de profundidad máxima de descarga estacional	0,4
factor de corrección de temperatura	0,9
capacidad de la batería elegida	1
Configuración de la Batería	
Tensión nominal del sistema	48
Tensión nominal de la batería	12
Baterías en serie	4
Baterías en paralelo	1
Total de baterías	4

4.5.7 Selección del regulador y del convertidor

Finalmente, se necesita elegir un regulador de carga y un convertidor de corriente continua a corriente alterna para poder disponer de corriente alterna a 120 V en nuestra vivienda apta para cualquier tipo de aparato o electrodoméstico.

Los reguladores de carga vienen determinados por la intensidad máxima de trabajo y por el voltaje en que se haya diseñado la instalación.

La potencia del convertidor de CC/AC la tengo que elegir en función de la suma de todas las potencias nominales de los equipos consumidores multiplicado por el coeficiente de



simultaneidad de uso de estos. (Normalmente valores que van de 0,5-0,7). En este caso la potencia total estimada es de 1747.98 W

4.5.8 Potencia convertidor.

$$P_c = 1747.98 * 0,6 = 5243.94W$$

Así pues, con un convertidor de 2000 W sería suficiente para el proyecto, siempre y cuando realmente se utilice un coeficiente de simultaneidad < 0.6 . Se puede establecer una potencia mayor por si puntualmente se utiliza un porcentaje mayor al estimado.

Área requerida: cada panel tiene un tamaño de 992 x 1992 mm, es decir, tiene un tamaño aproximado de 2 m \times 1 m. Es aconsejable considerar un 20% adicional.

$$\text{Área mínima} = \text{Tamaño del panel (m}^2\text{)} * \# \text{ paneles} * 1.2 = 2 \times 10 \times 1.2 = 24 \text{ m}^2$$

Área mínima de 24 m² para el proyecto

Puesto que en el mercado existen inversores de 2000W, se recomienda distribuir la carga en dos circuitos y utilizar 2 de 2000 W.

Para realizar el cálculo de este tipo de instalaciones, existen varios programas en el internet que son de uso libre y otros con licencia. Para el proyecto se realizaron en el programa del siguiente link. <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

Para dimensionar el regulador de carga, se tomó como referencia el MPPT Solar Controlar ML2420, cuyas características de adjunta en los anexos. Como se presenta en el Anexo 4

Se utilizó un regulador de carga por cada panel de 24V/300W. El modelo descrito, trabaja para una capacidad de 520W de entrada de potencia fotovoltaica.

Resumiendo, el sistema diseñado para la implementación fotovoltaica de 1.74KW para el Edificio El Rey tendrá las siguientes características/especificaciones:

Potencia nominal de consumo 1.74 kW. Dato obtenido con el levantamiento de carga como se presenta en la tabla 18

Potencia Necesaria con un rendimiento del 75% = 1310.99 W

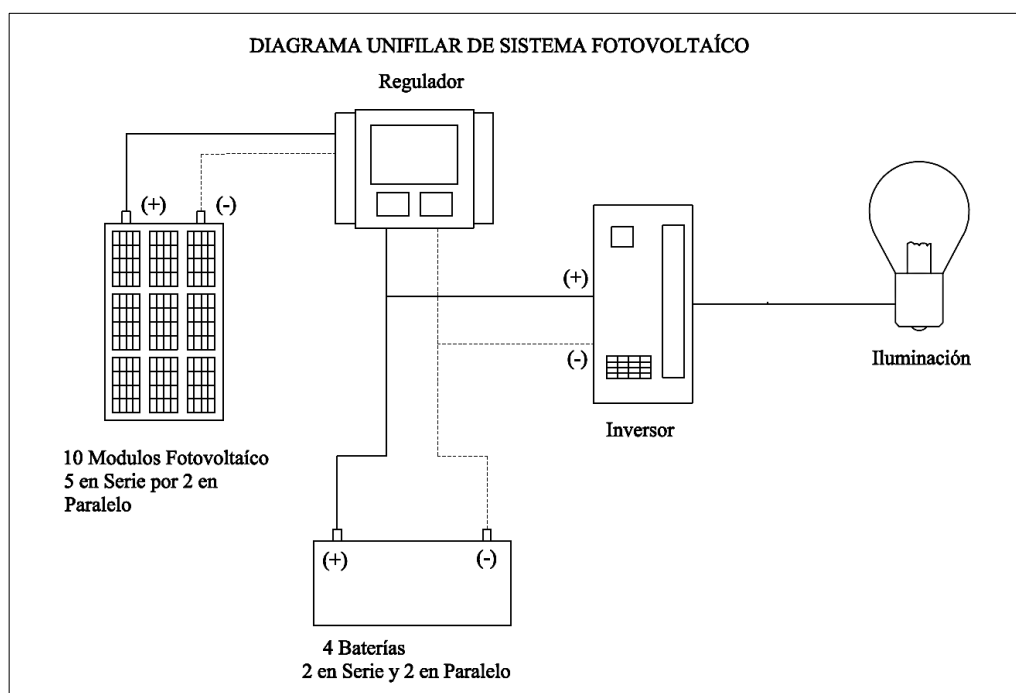
Paneles solares: 10 módulos de 24V/300W. Poli cristalinos marca **ZONHAN PR-275M6-72**.

Baterías: 4 HOPPECKE 8 OPzS 800 12V 1200Ah en C100 (se adjunta datos técnicos).

Convertidor: 1 convertidores de 2000W, 24V a 110Vac tipo senoidal modificada. Marca ENERCITY modelo TWM-2000.

Regulador de carga: 3 reguladores marca ENERCITY tipo MPPT Solar Cotroller ML2420 que tiene un rango de carga de 20A y potencia fotovoltaica de entrada de 520W.

Área requerida: 24 m² Tomando en cuenta paneles **ZONHAN PR-300M6-72**.



*Figura 60. Diagrama de los paneles solares.
Fuente:*

4.6 Calentador de agua seleccionado para el edificio EL REY.

Tomando en cuenta la información anterior y tablas descritas, se escoge un equipo que pueda cumplir con lo necesario y que además se encuentre en el mercado ecuatoriano, este es el siguiente, en el Anexo 10 representa las características técnicas de un calentador de agua.



Número de personas: 6.

Litros diarios de consumo por persona: 50 l

Capacidad del termotanque = 300 l.

Numero de colectores solares planos = 2 colectores 1 tanque marca WALDEN modelo 300L.

Área requerida: 220 ancho x 280 largo x 108 alto para equipos WALDEN.

Información del Producto:

- Tanque Acumulador: 200 l., 300 l.
- Material exterior acero galvanizado con recubrimiento PVDF o INOX.
- Material tanque interior acero inoxidable alimentario.
- Capa de aislamiento espuma de poliuretano.
- Barra de magnesio atrapa residuos minerales.
- Serpentin interior de tubo de cobre de alta pureza 40 metros
- Tubos de vacío
- Vidrio boro silicato con vacío, tratamiento metálico y absorción extra
- Medidas: 58mm x 1800mm.

Estructura Soporte

- Material aleación de aluminio
- Inclinación 25°

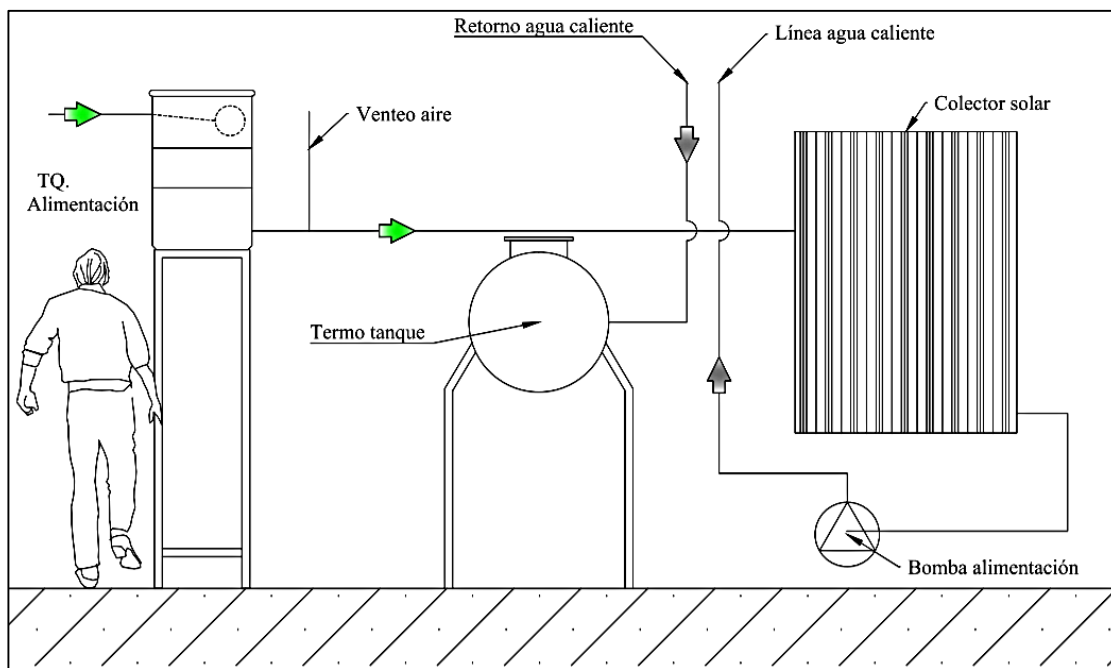


Figura 61. Diagrama unifilar calentador solar

Fuente: <https://www.home-energy.com>

4.7 Análisis Económico de los Equipos Instalados en el Edificio

■ Instalación Fotovoltaica para 1.7kW

Tabla 18. Costos de materiales e instalación fotovoltaica para 1.7kW.

Fuente: Autores

Costos de materiales e instalación fotovoltaica para 1.7kW			
Número de equipos	Descripción	precio	costo parcial
4	Baterías	1430,5456	5722,1824
1	Inversor	148,5	148,5
3	Regulador de Carga	60,5	181,5
	Instalación	820,67	820,67
	Materiales y Estructura	1000,7	1000,7
	Subtotal		7873,5524
	I.V.A. 12%		944,83
	TOTAL		8818,38



▪ Calentador de agua solar

Tabla 19. Costos de material e instalación del calentador de agua solar.

Fuente: Autores

Costos de material e instalación del calentador de agua solar			
Número de Equipos	Descripción	Precio	Costo Parcial
1	Calentador agua solar presurizado 300L placa plana WALDEN	2577	2577
2	Instalación	550	550
3	Estructura	220	220
	Subtotal		3347
	I.V.A. 12%		401,6
	Total		3748,64

4.8 Ahorro en Términos Generales.

4.8.1 Ahorro Energético al Cambiar la Tecnología de las Luminarias

En la tabla 14. Se presenta el detalle de la energía consumida por las luminarias actualmente existentes. Dando un valor total de energía de $43730 \text{ Wh} - \text{día}$. Al reemplazar estas luminarias por la nueva tecnología, antes especificada, se tiene un valor de energía diaria de $16720 \text{ Wh} - \text{día}$. Por lo tanto el ahorro diario es de $27010 \text{ Wh} - \text{día}$. Debido a esto el porcentaje de disminución de consumo es del 61.76%.

$$Ahorro_{1 \text{ mes}} = \$57.27 - \$21.73$$

$$Ahorro_{1 \text{ mes}} = \$35.54$$

$$Ahorro_{10 \text{ años}} = \$35.54 * 12 * 10$$

$$Ahorro_{económico_{10 \text{ años}}} = 4264.8$$



➤ **Tiempo necesario para cubrir el gasto de la compra de las luminarias.**

Al cambiar el tipo de luminarias, se debe realizar un cálculo de inversión el cual consta de material y a la vez de mano de obra por lo tanto se tienen los siguientes valores:

$$\text{Inversión} = \text{Número de Luminarias} * \text{precio unitario} + \text{Precio Instalación}$$

$$\text{Inversión} = 258 * \$8.23 + \$100$$

$$\text{Inversión} = \$2223.34$$

Por lo tanto, los meses que tardará en recuperar esta inversión es de:

$$\text{Tiempo de recuperación de Inversión} = \frac{\$2223.34}{\$35.54}$$

$$\text{Tiempo de recuperación de Inversión} = 62.55$$

Lo que corresponde a 5 años.

Ahorro valor futuro, valor presente

Porcentaje 2%

En 10 años \$8.969,09

En 1 año \$869,97 valor presente = \$8.057,09

4.8.2 Ahorro al Utilizar Paneles Solares Fotovoltaicos para cubrir la carga.

Este generador tiene una vida útil de 20 años, lo cual son 175200 horas con una carga promedio del 75%. En caso de que opere unas 12 horas al día.

$$E_d = 12h * 1.74kW = 20.88kWh - día$$

La energía generada en un año será de

$$E_{año} = 20.88kWh - día * 365 días = 7621.2kWh - año$$

Y en 20 años:

$$E_v = 20años * 7621kWh - año = 152424kWh$$

El costo por kWh será de:

$$\text{costo kWh} = \frac{\$8818.38}{152424kWh} = 0.057\$$$

El costo del kWh en la ciudad de Quito es de 0.083\$



$$Ahorro = 0.083 - 0.057$$

$$Ahorro = 0.026\$ \text{ por } kWh$$

En un mes el ahorro será de \$18.72 *por kWh*

El ahorro anual tendrá un valor de \$224.64 *por kWh*

Por lo tanto, esta instalación resulta un 31.32% más barato que utilizar la energía de la empresa eléctrica Quito

Para el caso particular del Edificio El Rey, el ahorro en un mes, se presenta en el siguiente cálculo

$$Ahorro_{1\text{ mes}} = \$18.72 * 261.9kWh / \text{mes}$$

$$Ahorro_{1\text{ mes}} = \$4902.77$$

Ahorro al utilizar Calentadores Solares

Para cuantificar estos valores de ahorro, se realiza una comparación con el calefón a gas.

Al proyectar el uso del calentador solar para fines domésticos, para 10 años, se obtiene un valor de \$2824.79 cuando se usa calefón a gas, y si el mismo servicio es suplido por un calentador solar, el costo es de \$2475.42. (Cordero, 2015)

Entonces el ahorro vendrá definido por:

$$Ahorro_{10\text{ años}} = 2824.79 - 2475.42$$

$$Ahorro_{10\text{ años}} = \$349.37$$

Ahorro energético en términos generales:

Para este análisis se procede a realizar una ponderación del consumo para 10 años, respetando las costumbres actuales del edificio y aspirando a que estas se mantengan.

Tabla20. Ahorro energético en servicios generales ponderado a 10 años
Fuente: Autores

Ahorro en Iluminación	Ahorro al Usar Paneles Solares	Ahorro en Calentamiento de Agua	Ahorro total
\$4264.8	\$588332	\$349	\$8969.68



CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.4 Conclusiones

Una conclusión fundamental de este proyecto es que las instalaciones aisladas a la red es tener una energía propia y limpia, en la inmueble concretamente energía solar fotovoltaica son una alternativa factible tecnológica y económicamente viable.

Para realizar este proyecto se ha hecho un estudio de la calidad de energía en el edificio y se ha tomado en cuenta un estudio de la demanda exclusivamente para iluminación de servicios básicos.

Durante el desarrollo del proyecto se ha investigado nuevas tecnologías en energía renovables y se han seleccionado los materiales para su construcción de acuerdo a las normativas vigentes.

Con los resultados obtenidos en este proyecto se analizó como generar un sistema fotovoltaico para el edificio con instalaciones de autoconsumo aisladas.

Las instalaciones de generación fotovoltaica se caracterizan por su larga duración, (25 años) una elevada fiabilidad, poco mantenimiento, y no producir daños al medio ambiente.

El calentador de agua es un sistema de fácil diseño, económicamente viable y resulta rentable. Además, se puede asegurar que adquirir un calentador solar es una inversión rentable a corto y largo plazo ya que genera un ahorro en la economía familiar.

5.5 Recomendaciones

Impartir los fundamentos de los sistemas fotovoltaicos, para futuras implementaciones en el país, aportando a un sistema ecológico que en actualidad mundial es una de las necesidades fundamentales que se deben aplicar, para el bienestar de la población.

Incentivar este tipo de proyectos, a nivel local para generar una energía propia y sin contaminación al medio ambiente.



Concientizar a la sociedad en general que la implementación de los sistemas fotovoltaicos, son fuentes alternativas que dan soluciones integras con beneficios particulares y sociales que deben ser aprovechados.

Realizar la instalación del sistema solar fotovoltaico, de acuerdo al diseño planteado en este documento, verificar las características técnicas de los equipos, tener las precauciones necesarias en la instalación, verificar las polaridades.

Los paneles fotovoltaicos varían de precio según la pureza del material que se encuentra construido las celdas fotovoltaicas, mayor pureza mayor es su costo; sin embargo, la pureza del material afecta a la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos, la vida útil del mismo y la infraestructura a utilizar para su implementación.

Dentro de la eficiencia energética el cambio total de lámparas fluorescentes que existe en los servicios básicos en el edificio, por lámparas de tipo LED.

Como recomendación de un sistema de calentador de agua es su mantenimiento por lo menos una vez al año y así garantizar su vida útil.



CAPITULO VI: BIBLIOGRAFIA

- [1] Ministerio de Electricidad y Energía Renovable,. (2017). *Plan Maestro de Electricidad 2016-2025*,. Obtenido de Plan Maestro de Electricidad 2016-2025,; file:///C:/Users/User-HP/Downloads/PME%202016-2025%20V_WEB.pdf
- [2] CASTAÑEDA, O. (2009). *Análisis de Calidad de Energía acerca de la Calidad del Producto de la zona urbana de Milagro de área de concesión de la Empresa Eléctrica Milagro usando la regulación del Conelec No. 004/01*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- [3] David, J. (2014). *Bogotá Patente n° Ley 1715- Np., 2016.27* .
- [4] EERSSA, . (Enero 2012). “*Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales*”,.
- [5] Grozdanic, L. (1 de Abril de 2013). *Inhabitat. Design will save the world*. Obtenido de http://inhabitat.com/germany-sets-another-solar-power-generationrecord/#13806421898231&60212::resize_frame|78-151
- [6] IDAE. (2018). *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía*. IDAE.
- [7] Kublank, P. (1987). *El Sistea energético del Ecuador*. Quito: <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/5727-opac>.
- [8] Lamigueiro, P. O. (2010). “*Energía Solar Fotovoltaica*”; . España, : Creative Commons; .
- [9] López-Argumedo, E. S. (2009). *ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED DE 5KW*. Madrid, España: UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID.
- [10] MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍA RENOVABLE. (2010). “*Documento de homologación y Estandarización de las Unidades de Propiedad y Unidades Constructivas del Sistema de Distribución Eléctrica*”, . MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍA RENOVABLE.
- [11] NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción). (s.f.). *Capítulo 15, Normas electromecánicas*.



- [12] REAL DECRETO 1890/2008,. (s.f.). *“Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07”*.
- [13] Spinoza, J. (19 de mayo de 2013). *Historia y Evolución de la Energía Solar*. Obtenido de <http://pv-energiasolarhs.blogspot.com/2008/08/historia-yevolucin-de-la-energa-solar.html>.
- [14] Tobajas, V. C. (2008). *"Energía Solar Fotovoltaica"*. España, : Tercera Edición; Cano Pina, S.L. Ediciones CEYSA; .
- [15] [https://anes.org/.../libros/Aplicaciones Térmicas De La Energía Solar](https://anes.org/.../libros/Aplicaciones_Térmicas_De_La_Energía_Solar)
- [16] No., R. C. (23 mayo 2001). *004/01, Calidad de Servicio eléctrico de distribución. Resolución No. 0116/01*.
- [17] Pichs Madruga, R. (2004). *Tendencias energéticas mundiales: implicaciones y ambientales*. España
- [18] IEA. (2013). *Sistema Energético*.

ANEXOS

ANEXO 1: Inversores de onda

INVERSORES ZONHAN
INVERSORES DE ONDA SINOIDAL PURA DE 300W HASTA 6000W !



Inversores económicos para aplicaciones fijas de onda sinodal pura con todas las protecciones. Diseño con componentes de calidad para aguantar el trabajo rudo. Con display para Voltaje y Potencia. Desconexión con voltaje bajo. Dependiendo del modelo está incluido una o varias tomas de USB de 5VDC y uno o dos tomacorrientes.



ZONHAN

The Leading Supplier Of
Wind Turbine,
Hydro turbine,
Solar Electric System

ANEXO 2: Costo De Los Inversores De Onda

Model : TW-1500		TW-1500-12V	TW-1500-24V	TW-1500-48V
SALIDA AC:	Potencia continua:	1500W		
	Potencia Pico:	3000W		
		120% < carga		
		150% < carga		
	Tipo de onda	Sinoidal Pura (THD < 3%)		
	Frecuencia de salida	50Hz±0.1% or 60Hz±0.1% (Opcional)		
Voltaje de salida AC		100~120VAC / 200~240VAC (Opcional)		
DC Input	Voltajes DC de entrada	12V DC	24V DC	48V DC
	Rango de voltaje DC	10.8V-15.5V	21.6V-31V	43.2V-62V
	Alarma de batería baja	10.8V± 0.2V	21.6V±0.4V	43.2V±0.8V
	Desconexión de batería baja	10.2V±0.2V	20.4V±0.4V	40.8V±0.8V
	Desconexión por voltaje alta	15.5V±0.2V	31V±0.4V	62V±0.8V
Eficiencia máxima		90% (a toda carga) / 95% (1/3 carga)		
Autoconsumo		<0.8A	<0.4A	<0.2A
Protección	Térmico	Apagado automático con Temperatura >75°C		
	Contra corto circuito	Polaridad Externa a través de fusible		
	Ventilador enfriamiento	A partir de temperatura ≥45°C		
Environmental	Temperatura de operación	-10°C ~ +50°C		
	Humedad	20%~90% RH		
	Bodegaje	-30°C ~ +70°C		
Indicadores, LED		Inversor, Falla		
Físico	Dimensiones (mm)	315*195*135mm		6pcs /Carton
	Peso (kg)	2.6 kg		
	Dimensions Carton(mm)	420*340*460 mm		
	Peso Carton (kg)	16 kg		



The Leading Supplier Of
Wind Turbine,
Hydro turbine,
Solar Electric System

ANEXO 3: Paneles Solares



ECO GREEN ENERGY

60 CELLS

PHOTOVOLTAIC MODULE

255~275 W OUTPUT POWER



5 busbars cells, with efficiency up to 19.0 %.



With up to 275 W power and 0~3 % power output tolerance.



IP65 or IP67 junction box for long term weather endurance.



High quality aluminum frame, resisting load up to 5400 Pa and wind pressure up to 2400 Pa.




High transmissivity, low-iron tempered glass.



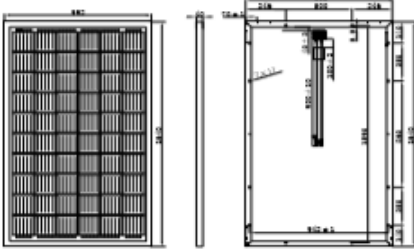
www.eco-greenenergy.com

ANEXO 4: Descripción Y Características Eléctricas De Los Paneles

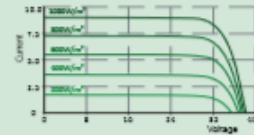


ECO GREEN ENERGY

Engineering drawings



IV curves



Temperature characteristics

NOCT	45 °C ±2 °C
Temperature coefficient of Pmax	-0.41 %/°C
Temperature coefficient of Voc	-0.31 %/°C
Temperature coefficient of Isc	+0.06 %/°C

Electrical characteristics at STC*

	255 W	260 W	265 W	270 W	275 W
Power output (Pmax)	255 W	260 W	265 W	270 W	275 W
Panel efficiency	15.67 %	15.99 %	16.29 %	16.60 %	16.90 %
Maximum power voltage (Vmp)	30.77 V	30.90 V	31.16 V	31.44 V	31.70 V
Maximum power current (Imp)	8.29 A	8.41 A	8.50 A	8.59 A	8.68 A
Open circuit voltage (Voc)	37.82 V	38.05 V	38.26 V	38.45 V	38.75 V
Short circuit current (Isc)	8.76 A	8.86 A	8.95 A	9.03 A	9.11 A

*Standard test conditions:
Irradiance: 1000 W/m² • cell temperature: 25 °C • AM: 1.5

Electrical characteristics at NOCT*

	188.64 W	192.34 W	196.04 W	199.74 W	203.44 W
Power output (Pmax)	188.64 W	192.34 W	196.04 W	199.74 W	203.44 W
Maximum power voltage (Vmp)	24.61 V	24.72 V	24.93 V	25.15 V	25.36 V
Maximum power current (Imp)	7.69 A	7.81 A	7.89 A	7.97 A	8.05 A
Open circuit voltage (Voc)	34.93 V	35.14 V	35.34 V	35.51 V	35.79 V
Short circuit current (Isc)	7.11 A	7.19 A	7.27 A	7.33 A	7.40 A

*Nominal operating cell temperature:
Irradiance: 800 W/m² • ambient temperature: 20 °C • AM: 1.5 • wind speed: 1 m/s

General characteristics

Cell type	Polycrystalline (156×156 mm)
Number of cells	60
Dimensions	1640×992×40 mm
Weight	18.8 kg
Glass	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction box	IP65 or IP67
Cable	0.9 m
Connector	MC4 or MC4 compatible

Operating conditions

Operating temperature range	-45 °C ~ +85 °C
Max system voltage	1500 V
Max series fuse rating	15 A
Max front load (ex: snow)	5400 Pa
Max back load (ex: wind)	2400 Pa


Packaging

Per pallet	26 pcs
Per 20ft GP container	350 pcs
Per 40ft GP container	780 pcs
Per 40ft HQ container	800 pcs

www.eco-greenenergy.com



ANEXO 5: Características Mecánicas De Un Módulo Solar

EN



Specification | Photovoltaic Module

SIMAX 156 Solarmodule (SP660-230W-235W-240W-245W-250W)

Mechanical Characteristics

Solar Cell	Polycrystalline silicon 156x156(mm)
No. of Cells	60 (6 x 10)
Dimensions	1640 x 992 x 40 / 50 (mm)
Weight	20 kg
Front Glass	3.2mm (0.13 Inches) tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy

Output

Cable Type	Ø = 4 mm ²
Lengths	L = 900 mm
Junction Box	PV - JB003 MC4

Temperature Coefficients

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45 ± 2°C
Temperature Coefficient of (P _{max})	-0.39% / °C
Temperature Coefficient of (V _{oc})	-0.34% / °C
Temperature Coefficient of (I _{sc})	0.035% / °C

CE IEC ISO Photon

Parameters	SP660-230	SP660-235	SP660-240	SP660-245	SP660-250
Peak power [Wp] P _{max}	230W	235W	240W	245W	250W
Power Tolerance	0~+3%	0~+/-3%	0~+/-3%	0~+/-3%	0~+/-3%
Module Efficiency (%)	14.3%	14.5%	14.7%	14.9%	15.2%
Open circuit voltage [V] V _{oc}	36.6	37.2	37.2	37.2	37.8
Maximum Power Voltage [V] (V _{mpp})	29.5	30.0	30.0	30.0	30.5
Maximum Power Current [A] (I _{mpp})	7.80	7.83	8.00	8.17	8.20
Short circuit Current [A] (I _{sc})	8.42	8.46	8.65	8.74	8.85

STC: Irradiance : 1000 W/m²; Spectrum AM 1.5; Cell temperature: 25°C; Wind 0 m/s

- Provide the best solutions for photovoltaic power generation and technical support
- Provide Cost-effective products
- Provide 12 Years Quality Warranty
- Power out ≥ 90% in 10 years
- Power out ≥ 80% in 25 years

Simax (Shenzhen) Green New Energy Co., Ltd
Address: No. 907 Sushu Road, Tiesang city,
Jiangsu province, China
P.O. : 215400
Tel: +86 512 5337 8222
Fax: +86 512 5337 8222
info@simaxsolar.com
www.simaxsolar.com

Simax (Europe) Green New Energy GmbH
Vergenthauser Allee 23 / 25
63100 Frankfurt / Germany
Tel.: +49 6108 9730 525
Fax: +49 6108 9730 524
info@simaxsolar.com
www.simaxsolar.de

Simax (Australia) Green New Energy Pty Ltd
578 Frankston Gardens Drive,
Carrum Downs, VIC 3210
Tel: +61 03 9708 2400
Fax: +61 03 9708 2482
info@simaxsolar.com
www.simaxsolar.com.au



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 6: Proforma de los elementos para instalar energía fotovoltaica.



PROVIENTO S.A. Energías Renovables Ecuador			
RUC: 1791819446001			
Proforma #:	136-0818	Fecha:	21-ago.-18





Srs. "EDIFICIO EL REY";

A continuación la proforma de un sistema de respaldo para una carga eléctrica de 5000W por 5 horas al día a 120Vac.

Datos del cliente:

Nombre/Razon Social:	EDIFICIO EL REY
Atención:	Jorge Chicaiza y Fernando Quisaguano
Dirección:	Quito

Proforma por:

Equipos Medición:			Equipos Operación:		X	Servicios internos:		Servicios externos:			
Cantidad:			Descripción Item:				Valor (USD)				
#	En Stock	Unidad					Total				
1	Pcs	1	Inversor UPS Powerstar 5KW/48VDC Potencia nom: 5000 W (continua) Potencia max: 10000 W (10seg) Voltage Entrada: 48 VDC (baterías) Voltage Salida: 120 VAC (red eléctrica) Eficiencia 88% autosensing 60Hz sinusoidal pura						1,500.00	1,500.00	
36	Pcs	16	Bateria SBB GEL 150Ah/12Vdc La mejor batería para sistemas fotovoltaicos por el mejor rendimiento que baterías AGM, con casi el doble de ciclos. Voltage: 12 VDC Capacidad: 150 Ah@10h Tipo: GEL descarga profunda Libre mantenimiento. Ciclos 2400 DOD30% Dimensiones: 486x171x241 mm Peso: 47 Kg						420.00	15,120.00	
36	Pcs	0	Soporte de baterías Soporte para baterías en hierro galvanizado. Con pintura anticorrosiva.						25.00	900.00	
1	Glb	0	Gabinete conexonado 60x40x20 cm Gabinete eléctrico para conexonado de controlador, protecciones, precableado, etc.						175.00	175.00	
1	Glb	0	Material menor Material menor de conexonado eléctrico						225.00	225.00	
1	Glb	0	Instalación Transporte, instalación y puesta en marcha						700.00	700.00	
SUBTOTAL:									18,620.00		
Descuento: -12.0%									-2,234.40		
SUBTOTAL:									16,385.60		
IVA 12%									1,966.27		
VALOR TOTAL (USD):									18,351.87		

Información adicional:

Condiciones de Pago:	70% anticipo y 30% contra entrega, 100% para despacho
Garantía:	Garantía técnica de 1 año
Tiempo de entrega:	Equipos en stock entrega inmediata, nuevo stock en 2 meses y 1 semana para instalación
Lugar de entrega:	Instalación en Quito
Validez de la oferta:	15 días
Privacidad:	Este dimensionamiento es propiedad de ProViento S.A., divulgar el mismo sin autorización será sancionado como establece la Ley de Propiedad Intelectual.
Referencia Bancaria:	ProViento, Cuenta#: 3037563504, Banco Pichincha Ecuador, SWIFT: PICHECEQ

Atentamente:



Renán Garcés M., ProViento S.A.

ProViento S.A., Ecuador, Barcelona E14-136 y Mallorca - Quito / Ecuador
Tel/Fax: (02) 2231844, Cel. Ecuador (Roaming): +59384286666, Cel. Peru: +51739097788, info@proviento.com, www.proviento.com



UNIVERSIDAD DE CUENCA



PROVIENTO S.A. Energías Renovables Ecuador			
RUC: 1791819446001			
Proforma #:	134-0818	Fecha:	21-ago.-18

Sres EDIFICIO "EL REY";

A continuación la proforma de un sistema fotovoltaico para satisfacer la demanda de una carga eléctrica de 5000W por 5 horas al día a 120Vac.

Datos del cliente:

Nombre/Razon Social:	EDIFICIO EL REY
Atención:	Jorge Chicaiza y Fernando Quisaguano
Dirección:	Quito

Proforma por:



Equipos Medición:			Equipos Generación:	X	Servicios internos:	Servicios externos:	
Cantidad:			Descripción Item:			Valor (USD)	
#	Pcs	En Stock				Unidad	Total
30	Pcs	7	Panel Solar Monocristalino ECO GREEN 350W/24VDC Potencia: 350Wp / 0 ...+ 3% Configuración: 156x156mm Módulos: 6x12 Voltaje circuito abierto/óptimo: 46,88/38,71V Corriente cortocircuito/óptimo: 9,38/9,04A NOCT: 45°C +/-2°C Eficiencia módulo: 18,04% Max. Voltaje String: 1000VDC Diodos Bypass: SI Dimensiones: 1956 x 992 x 40 mm Peso: 22,8 kg Certificaciones: IEC, TUV, CE Garantía técnica: 12 años Origen: China			330.00	9,900.00
3	Pcs	5	Controlador Morningstar TriStar 60 Voltaje 12/24/48 VDC Corriente 60 A Con LVD (low Voltage Disconnect) Con tres LEDs para el estado de batería Con una LED que indica la recarga Todas las protecciones eléctricas Equipo Tropicalizado y de estado sólido Diseño EE.UU.			330.00	990.00
1	Pcs	1	Inversor UPS Powerstar 5KW/48VDC Potencia nom: 5000 W (continua) Potencia max: 10000 W (10seg) Voltaje Entrada: 48 VDC (baterías) Voltaje Entrada: 120 VAC (red eléctrica) Voltaje Salida: 120 VAC Eficiencia 88% autoensing 60Hz sinusoidal pura			1,500.00	1,500.00
36	Pcs	16	Batería SBB GEL 150Ah/12Vdc La mejor batería para sistemas fotovoltaicos por el mejor rendimiento que baterías AGM, con casi el doble de ciclos. Voltaje: 12 VDC Capacidad: 150 Ah@10h Tipo: GEL descarga profunda Libre mantenimiento Ciclos 2400 DOD30% Dimensiones: 486x171x241 mm Peso: 47 Kg			420.00	15,120.00

ProViento S.A., Ecuador, Barcelona E14-136 y Mallorca - Quito / Ecuador
 Tel/Fax: (02) 2231844, Cel. Ecuador (Roaming): +59384286666, Cel. Peru: +51739097788, info@proviento.com, www.proviento.com



UNIVERSIDAD DE CUENCA



30	Pcs	0	Estructura de soporte paneles solares Estructuras en hierro galvanizado para instalación en techo. Material menor, pernos, tuercas, etc.		150.00	4,500.00
36	Pcs	0	Soporte de baterías Soporte para baterías en hierro galvanizado. Con pintura anticorrosiva.		25.00	900.00
1	Glb	0	Gabinete conexonado 60x40x20 cm Gabinete eléctrico para conexonado de controlador, protecciones, precableado, etc.		175.00	175.00
1	Glb	0	Material menor Material menor de conexonado eléctrico		600.00	600.00
1	Glb	0	Instalación Transporte, instalación y puesta en marcha		1,400.00	1,400.00
SUBTOTAL:						35,085.00
Descuento:					-15.0%	-5,262.75
SUBTOTAL:						29,822.25
IVA					12%	3,578.67
VALOR TOTAL (USD):						33,400.92

Información adicional:


Condiciones de Pago:	70% anticipo y 30% contra entrega, 100% para despacho
Garantía:	Garantía técnica de 1 año
Tiempo de entrega:	Equipos en stock entrega inmediata, nuevo stock en 2 meses y 1 semana para instalación
Lugar de entrega:	Instalación en Quito
Validez de la oferta:	15 días
Privacidad:	Este dimensionamiento es propiedad de ProViento S.A., divulgar el mismo sin autorización será sancionado como establece la Ley de Propiedad Intelectual.
Referencia Bancaria:	ProViento, Cuenta#: 3037563504, Banco Pichincha Ecuador, SWIFT: PICHECEQ

Atentamente:

Renán Garcés M., ProViento S.A.



ANEXO 7: Normativa CONELEC regulación 004/01



REGULACION No. CONELEC – 004/01

CALIDAD DEL SERVICIO ELECTRICO DE DISTRIBUCION

EL DIRECTORIO DEL CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD

CONELEC

Considerando:

Que, es necesario asegurar un nivel satisfactorio de la prestación de los servicios eléctricos a que se refieren las disposiciones legales establecidas en la Ley de Régimen del Sector Eléctrico y sus reformas, el Reglamento Sustitutivo del Reglamento General de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, el Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para la Prestación del Servicio de Energía Eléctrica, el Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad y el Reglamento de Tarifas.

Que, el Art. 1, inciso segundo del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad, establece que las disposiciones de dicho instrumento serán complementadas con regulaciones aprobadas por el CONELEC y por instructivos y procedimientos dictados por los distribuidores de conformidad con este Reglamento.

Que, para garantizar a los Consumidores un suministro eléctrico continuo y confiable, es necesario dictar las Regulaciones relacionadas con los estándares mínimos de calidad y procedimientos técnicos de medición y evaluación a los que deben someterse las Empresas Distribuidoras del Servicio Eléctrico.

Que, el regular las materias previstas en el considerando precedente, se convierte en una garantía de la prestación del servicio por parte de los Distribuidores, y en una defensa de los derechos de los Consumidores.

En ejercicio de las facultades otorgadas por el literal e) del artículo 13 de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico.

Resuelve:


Expedir la siguiente Regulación sobre la Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución.

1 DISPOSICIONES GENERALES

1.1 Objetivo

El objetivo de la presente Regulación es establecer los niveles de calidad de la prestación del servicio eléctrico de distribución y los procedimientos de evaluación a ser observados por parte de las Empresas Distribuidoras.

1



CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD
SECRETARÍA GENERAL

Av. Amazonas N33-299 e Inglaterra • Telf: (593-2) 268 744 - 268 746 • Fax: (593-2) 268 737
Apartado: 17-17-817 • E-mail: conelec@conelec.gov.ec • www.conelec.gov.ec • Quito- Ecuador



1.2 Definiciones

Armónicas: Son ondas sinusoidales de frecuencia igual a un múltiplo entero de la frecuencia fundamental de 60 Hz.

Barras de salida: Corresponde a las barras de Alto Voltaje en las subestaciones de elevación y a las barras de Bajo Voltaje de subestaciones de reducción.

Centro de transformación: Constituye el conjunto de elementos de transformación, protección y seccionamiento utilizados para la distribución de energía eléctrica.

Factor de potencia: Es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente.

Fluctuaciones de Voltaje (o Variaciones de): Son perturbaciones en las cuales el valor eficaz del voltaje de suministro cambia con respecto al valor nominal.

Frecuencia de las interrupciones: Es el número de veces, en un periodo determinado, que se interrumpe el suministro a un Consumidor.

Interrupción: Es el corte parcial o total del suministro de electricidad a los Consumidores del área de concesión del Distribuidor.

Niveles de voltaje: Se refiere a los niveles de alto voltaje (AV), medio voltaje (MV) y bajo voltaje (BV) definidos en el Reglamento de Suministro del Servicio.

Periodo de medición: A efectos del control de la Calidad del Producto, se entenderá al lapso en el que se efectuarán las mediciones de Nivel de Voltaje, Perturbaciones y Factor de Potencia, mismo que será de siete (7) días continuos.

Perturbación rápida de voltaje (flicker): Es aquel fenómeno en el cual el voltaje cambia en una amplitud moderada, generalmente menos del 10% del voltaje nominal, pero que pueden repetirse varias veces por segundo. Este fenómeno conocido como efecto "Flicker" (parpadeo) causa una fluctuación en la luminosidad de las lámparas a una frecuencia detectable por el ojo humano.

Voltaje Armónico: Es un voltaje sinusoidal de frecuencia igual a un múltiplo entero de la frecuencia fundamental de 60 Hz del voltaje de suministro.

Voltaje nominal (V_n): Es el valor del voltaje utilizado para identificar el voltaje de referencia de una red eléctrica.

Voltaje de suministro (V_s): Es el valor del voltaje del servicio que el Distribuidor suministra en el punto de entrega al Consumidor en un instante dado.

Todos aquellos términos que no se encuentran definidos en forma expresa en esta Regulación, tendrán el mismo significado que los establecidos en los demás Reglamentos y Regulaciones vigentes.

2



Av. Amazonas N33-299 e Inglaterra • Telf: (593-2) 268 744 - 268 746 • Fax: (593-2) 268 737
Apartado: 17-17-817 • E-mail: conelec@conelec.gov.ec • www.conelec.gov.ec • Quito-Ecuador



1.3 Responsabilidad y Alcance

Las Empresas Distribuidoras tienen la responsabilidad de prestar el servicio eléctrico a los Consumidores ubicados en su zona de Concesión, dentro de los niveles de calidad establecidos, en virtud de lo que señala la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, los Reglamentos aplicables, el Contrato de Concesión y las Regulaciones correspondientes.

1.4 Organismo Competente

El cumplimiento de los niveles de Calidad de Servicio será supervisado y controlado por el Consejo Nacional de Electricidad CONELEC, a través de los índices que se establecen en la presente Regulación.

1.5 Aspectos de Calidad

La Calidad de Servicio se medirá considerando los aspectos siguientes:

Calidad del Producto:

- a) Nivel de voltaje
- b) Perturbaciones de voltaje
- c) Factor de Potencia

Calidad del Servicio Técnico:

- a) Frecuencia de Interrupciones
- b) Duración de Interrupciones

Calidad del Servicio Comercial:

- a) Atención de Solicitudes
- b) Atención de Reclamos
- c) Errores en Medición y Facturación

1.6 Información

El Distribuidor debe implementar y mantener una base de datos con la información sobre los componentes de la red asociados a la alimentación eléctrica de cada Consumidor, esto es:

- Red de AV.
- Subestación de distribución AV/MV.
- Circuito de MV.
- Centros de transformación MV/BV
- Circuito de bajo voltaje y ramal al que está conectado.
- Identificación del cliente (número de suministro).

La tarea del levantamiento de la información necesaria para la determinación de los índices de calidad en las diversas etapas de control, será responsabilidad del Distribuidor. La información recopilada, deberá ser suficiente para permitir al CONELEC controlar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el

3





Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad, en la presente Regulación y en el Contrato de Concesión.

El levantamiento de la información, su procesamiento y análisis, comprenderá:

- a) Las mediciones y/o registros de cada uno de los aspectos identificados en 1.5, realizados en la forma señalada mas adelante en los numerales 2 a 4;
- b) La organización de una base de datos auditable que constituya el soporte de la información anterior;
- c) El cálculo de los índices de calidad para cada uno de los parámetros; y
- d) La información relacionada con los desvíos a los límites señalados en los numerales 2 a 4.

Toda la información sobre mediciones, pruebas y su procesamiento, deberá almacenar el Distribuidor por un período no inferior a tres años y estar a disposición del CONELEC.

La totalidad de la información levantada en las diversas etapas, referente a los controles de la calidad del servicio, deberá remitirse al CONELEC en forma impresa con su respectivo respaldo en medio magnético y en los formatos que éste determine.

1.7 Definición de las Etapas de Aplicación

A fin de permitir a los Distribuidores adecuarse a las exigencias de calidad del servicio, la aplicación de la presente Regulación se ajustará a lo previsto en la Segunda Disposición Transitoria del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad.

Para la Etapa Final, se definen las siguientes Subetapas:

Subetapa 1: de 24 meses de duración.

Subetapa 2: tendrá su inicio a la finalización de la Subetapa 1, con una duración indefinida.

Con anterioridad al inicio de la Etapa Final no se aplicarán penalizaciones por los incumplimientos a las exigencias establecidas en la presente Regulación. El detalle de los incumplimientos y las penalizaciones correspondientes se incorporarán en los respectivos contratos de concesión.

2 CALIDAD DEL PRODUCTO

Los aspectos de calidad del producto técnico que se controlarán son el nivel de voltaje, las perturbaciones y el factor de potencia, siendo el Distribuidor responsable de efectuar las mediciones correspondientes, el procesamiento de los datos levantados, la determinación de las compensaciones que pudieran corresponder a los consumidores afectados y su pago a los mismos. Toda la información deberá estar a disposición del CONELEC al momento que se le requiera.



2.1 Nivel de Voltaje

2.1.1 Índice de Calidad

$$\Delta V_k (\%) = \frac{V_k - V_n}{V_n} * 100$$

Donde:

ΔV_k : variación de voltaje, en el punto de medición, en el intervalo k de 10 minutos.

V_k : voltaje eficaz (rms) medido en cada intervalo de medición k de 10 minutos.

V_n : voltaje nominal en el punto de medición.

2.1.2 Mediciones

La calidad de voltaje se determina como las variaciones de los valores eficaces (rms) medidos cada 10 minutos, con relación al voltaje nominal en los diferentes niveles.

El Distribuidor deberá realizar mensualmente lo siguiente:

1. Un registro de voltaje en cada uno de los siguientes puntos de medición:
 - a) 20% de las barras de salida de subestaciones de distribución AV/MV, no menos de 3.
 - b) 0,15% de los transformadores de distribución, no menos de 5.
 - c) 0,01 % de los Consumidores de Bajo Voltaje del área de concesión, no menos de 10.
2. Para la selección de los puntos se considerarán los niveles de voltaje, el tipo de zona (urbana, rural), y la topología de la red, a fin de que las mediciones sean representativas de todo el sistema. Una vez realizada la selección de los puntos, la Empresa Distribuidora debe notificar al CONELEC, por lo menos 2 meses antes de efectuar las mediciones.
3. Simultáneamente con el registro del voltaje se deberá medir la energía entregada a efectos de conocer la que resulta suministrada en malas condiciones de calidad.
4. Para cada mes, el registro en cada punto de medición se efectuará durante un período no inferior a 7 días continuos, en intervalos de medición de 10 minutos.

2.1.3 Límites

El Distribuidor no cumple con el nivel de voltaje en el punto de medición respectivo, cuando durante un 5% o más del período de medición de 7 días continuos, en cada mes, el servicio lo suministra incumpliendo los límites de voltaje.

5



Las variaciones de voltaje admitidas con respecto al valor del voltaje nominal se señalan a continuación:

	Subetapa 1	Subetapa 2
Alto Voltaje	± 7,0 %	± 5,0 %
Medio Voltaje	± 10,0 %	± 8,0 %
Bajo Voltaje. Urbanas	± 10,0 %	± 8,0 %
Bajo Voltaje. Rurales	± 13,0 %	± 10,0 %

2.2 Perturbaciones

2.2.1 Parpadeo (Flicker)

2.2.1.1 Índice de Calidad

Para efectos de la evaluación de la calidad, en cuanto al flicker, se considerará el Índice de Severidad por Flicker de Corta Duración (P_{st}), en intervalos de medición de 10 minutos, definido de acuerdo a las normas IEC; mismo que es determinado mediante la siguiente expresión:

$$P_{st} = \sqrt{0.0314P_{0.1} + 0.0525P_1 + 0.0657P_3 + 0.28P_{10} + 0.08P_{50}}$$

Donde:

P_{st} : Índice de severidad de flicker de corta duración.

$P_{0.1}, P_1, P_3, P_{10}, P_{50}$: Niveles de efecto "flicker" que se sobrepasan durante el 0.1%, 1%, 3%, 10%, 50% del tiempo total del periodo de observación.

2.2.1.2 Mediciones

El Distribuidor deberá realizar mensualmente lo siguiente:

1. Un registro en cada uno de los puntos de medición, en un número equivalente al 0,15% de los transformadores de distribución, en los bornes de bajo voltaje, no menos de 5.
2. Para la selección de los puntos se considerarán los niveles de voltaje, el tipo de zona (urbana, rural), y la topología de la red, a fin de que las mediciones sean representativas de todo el sistema. Una vez realizada la selección de los puntos, la Empresa Distribuidora debe notificar al CONELEC, por lo menos 2 meses antes de efectuar las mediciones.
3. Simultáneamente con este registro se deberá medir la energía entregada a efectos de conocer la que resulta suministrada en malas condiciones de calidad.



6

4. Para cada mes, el registro en cada punto de medición se efectuará durante un período no inferior a 7 días continuos, en intervalos de medición de 10 minutos.

Las mediciones se deben realizar con un medidor de efecto "Flicker" para intervalos de 10 minutos y de acuerdo a los procedimientos especificados en la norma IEC 60868.

Con la finalidad de ubicar de una manera más eficiente los medidores de flicker, se efectuarán mediciones de monitoreo de flicker, de manera simultánea con las mediciones de voltaje indicadas anteriormente; por lo que los medidores de voltaje deberán estar equipados para realizar tales mediciones de monitoreo.

2.2.1.3 Límites

El índice de severidad del Flicker P_{st} en el punto de medición respectivo, no debe superar la unidad. Se considera el límite $P_{st} = 1$ como el tope de irritabilidad asociado a la fluctuación máxima de luminancia que puede soportar sin molestia el ojo humano en una muestra específica de población.

Se considerará que el suministro de electricidad no cumple con el límite admisible arriba señalado, en cada punto de medición, si las perturbaciones se encuentran fuera del rango de tolerancia establecido en este numeral, por un tiempo superior al 5 % del período de medición de 7 días continuos.

2.2.2 Armónicos

2.2.2.1 Índices de Calidad

$$V_i' = \left(\frac{V_i}{V_n} \right) * 100$$

$$THD = \left(\frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{40} (V_i')^2}}{V_n} \right) * 100$$

Donde:

V_i' : factor de distorsión armónica individual de voltaje.

THD: factor de distorsión total por armónicos, expresado en porcentaje

V_i : valor eficaz (rms) del voltaje armónico "i" (para $i = 2... 40$) expresado en voltios.

V_n : voltaje nominal del punto de medición expresado en voltios.



2.2.2.2 Mediciones

El Distribuidor deberá realizar mensualmente lo siguiente:

1. Un registro en cada uno de los puntos de medición, en un número equivalente al 0,15% de los transformadores de distribución, en los bornes de bajo voltaje, no menos de 5.
2. Para la selección de los puntos se considerarán los niveles de voltaje, el tipo de zona (urbana, rural), y la topología de la red, a fin de que las mediciones sean representativas de todo el sistema. Una vez realizada la selección de los puntos, la Empresa Distribuidora debe notificar al CONELEC, por lo menos 2 meses antes de efectuar las mediciones.
3. Simultáneamente con este registro se deberá medir la energía entregada a efectos de conocer la que resulta suministrada en malas condiciones de calidad.
4. En cada punto de medición, para cada mes, el registro se efectuará durante un período no inferior a 7 días continuos, en intervalos de medición de 10 minutos.

Las mediciones se deben realizar con un medidor de distorsiones armónicas de voltaje de acuerdo a los procedimientos especificados en la norma IEC 61000-4-7.

Con la finalidad de ubicar de una manera más eficiente los medidores de distorsiones armónicas, se efectuarán mediciones de monitoreo de armónicas, de manera simultánea con las mediciones de voltaje indicadas anteriormente; por lo que los medidores de voltaje deberán estar equipados para realizar tales mediciones de monitoreo.

2.2.2.3 Límites

Los valores eficaces (rms) de los voltajes armónicos individuales (V_1') y los THD, expresados como porcentaje del voltaje nominal del punto de medición respectivo, no deben superar los valores límite (V_1' y THD') señalados a continuación. Para efectos de esta regulación se consideran los armónicos comprendidos entre la segunda y la cuadragésima, ambas inclusive.



ORDEN (n) DE LA ARMONICA Y THD	TOLERANCIA $ V_i' $ o $ THD' $ (% respecto al voltaje nominal del punto de medición)	
	V > 40 kV (otros puntos)	V ≤ 40 kV (trafos de distribución)
Impares no múltiplos de 3		
5	2.0	6.0
7	2.0	5.0
11	1.5	3.5
13	1.5	3.0
17	1.0	2.0
19	1.0	1.5
23	0.7	1.5
25	0.7	1.5
> 25	$0.1 + 0.6*25/n$	$0.2 + 1.3*25/n$
Impares múltiplos de tres		
3	1.5	5.0
9	1.0	1.5
15	0.3	0.3
21	0.2	0.2
Mayores de 21	0.2	0.2
Pares		
2	1.5	2.0
4	1.0	1.0
6	0.5	0.5
8	0.2	0.5
10	0.2	0.5
12	0.2	0.2
Mayores a 12	0.2	0.5
THD	3	8

2.3 Factor de Potencia

2.3.1 Índice de Calidad

Para efectos de la evaluación de la calidad, en cuanto al factor de potencia, si en el 5% o más del período evaluado el valor del factor de potencia es inferior a los límites, el Consumidor está incumpliendo con el índice de calidad.

2.3.2 Medición

Adicionalmente a las disposiciones que constan en el artículo 12 del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad, el Distribuidor efectuará registros del factor de potencia en cada mes, en el 2% del número de Consumidores servidos en AV y MV. Las mediciones se harán mediante registros en períodos de 10 minutos, con régimen de funcionamiento y cargas normales, por un tiempo no menor a siete (7) días continuos.

2.3.3 Límite

El valor mínimo es de 0,92.



3 CALIDAD DEL SERVICIO TECNICO

3.1 Aspectos Generales

3.1.1 Control

La calidad del servicio técnico prestado se evaluará sobre la base de la frecuencia y la duración total de Interrupción.

Durante la Subetapa 1 se efectuarán controles en función a Índices Globales para el Distribuidor discriminando por empresa y por alimentador de MV. El levantamiento de información y cálculo se efectuará de forma tal que los indicadores determinados representen en la mejor forma posible la cantidad y el tiempo total de las interrupciones que afecten a los consumidores. Para los consumidores con suministros en MV o en AV, se determinarán índices individuales.

En la Subetapa 2 los indicadores se calcularán a nivel de consumidor, de forma tal de determinar la cantidad de interrupciones y la duración total de cada una de ellas que afecten a cada consumidor.

El período de control será anual, por tanto, los Distribuidores presentarán informes anuales al CONELEC, especificando las interrupciones y los índices de control resultantes.

Sin embargo de lo anterior, los cálculos de los índices de calidad se efectuarán para cada mes del año considerado y para el año completo.

3.1.2 Identificación de las Interrupciones

La información relacionada con cada una de las interrupciones que ocurran en la red eléctrica se identificará de la siguiente manera:

- Fecha y hora de inicio de cada interrupción.
- Identificación del origen de las interrupciones: internas o externas
- Ubicación e identificación de la parte del sistema eléctrico afectado por cada interrupción: circuito de bajo voltaje (BV), centro de transformación de medio voltaje a bajo voltaje (MV/BV), circuito de medio voltaje (MV), subestación de distribución (AV/MV), red de alto voltaje (AV).
- Identificación de la causa de cada interrupción.
- Relación de equipos que han quedado fuera de servicio por cada interrupción, señalando su respectiva potencia nominal.
- Número de Consumidores afectados por cada interrupción.
- Número total de Consumidores de la parte del sistema en análisis.
- Energía no suministrada.
- Fecha y hora de finalización de cada interrupción.



Esta información debe tener interrelación con las bases de datos, de tal manera que se permitirá identificar claramente a todos los Consumidores afectados por cada interrupción que ocurra en el sistema eléctrico.

3.1.3 Registro y Clasificación de las Interrupciones

El Distribuidor debe llevar, mediante un sistema informático, el registro histórico de las interrupciones correspondientes, por lo menos de los tres últimos años.

El registro de las interrupciones se deberá efectuar mediante un sistema informático, el cual deberá ser desarrollado previamente a fin de asegurar su utilización durante la Subetapa 1.

En el registro, las interrupciones se pueden clasificar de acuerdo a los parámetros que se indican a continuación, los que deberán tener un código para efectos de agrupamiento y de cálculos:

- a) Por su duración
 - Breves, las de duración igual o menor a tres minutos.
 - Largas, las de duración mayor a tres minutos.
- b) Por su origen
 - Externas al sistema de distribución.
 - Otro Distribuidor
 - Transmisor
 - Generador
 - Restricción de carga
 - Baja frecuencia
 - Otras
 - Internas al sistema de distribución.
 - Programadas
 - No Programadas
- c) Por su causa
 - Programadas.
 - Mantenimiento
 - Ampliaciones
 - Maniobras
 - Otras
 - No programadas (intempestivas, aleatorias o forzadas).
 - Climáticas
 - Ambientales
 - Terceros
 - Red de alto voltaje (AV)
 - Red de medio voltaje (MV)
 - Red de bajo voltaje (BV)
 - Otras



- d) Por el voltaje nominal
- Bajo voltaje
 - Medio voltaje
 - Alto voltaje

3.1.4 Interrupciones a ser Consideradas

Para el cálculo de los índices de calidad que se indican en detalle más adelante, se considerarán todas las interrupciones del sistema con duración mayor a tres (3) minutos, incluyendo las de origen externo, debidas a fallas en transmisión. No serán consideradas las interrupciones con duración igual o menor a tres (3) minutos.

No se considerarán las interrupciones de un Consumidor en particular, causadas por falla de sus instalaciones, siempre que ellas no afecten a otros Consumidores.

Tampoco se considerarán para el cálculo de los índices, pero sí se registrarán, las interrupciones debidas a suspensiones generales del servicio, racionamientos, desconexiones de carga por baja frecuencia establecidas por el CENACE; y, otras causadas por eventos de fuerza mayor o caso fortuito, que deberán ser notificadas al CONELEC, conforme lo establecido en el Art. 36 del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad.

En el caso en que las suspensiones generales del servicio sean producidas por la Empresa Distribuidora, estos si serán registrados.

3.2 Control del Servicio Técnico en la Subetapa 1

Durante la Subetapa 1, y para los consumidores cuyo suministro sea en Bajo Voltaje, se controlará la calidad del servicio técnico sobre la base de índices que reflejen la frecuencia y el tiempo total que queda sin servicio la red de distribución.

Durante esta Subetapa 1 no se computarán las interrupciones originadas en la red de Bajo Voltaje que queden circunscritas en la misma, es decir aquellas que no produzcan la salida de servicio del Centro de Transformación MV/BV al que pertenezcan.

Los límites de la red sobre la cual se calcularán los índices son, por un lado el terminal del alimentador MV en la subestación AV/MV, y por el otro, los bornes BV del transformador MV/BV.

3.2.1 Índices

Los índices de calidad se calcularán para toda la red de distribución (R_d) y para cada alimentador primario de medio voltaje (A_i), de acuerdo a las siguientes expresiones:



12

a) Frecuencia Media de Interrupción por kVA nominal Instalado (FMIK)

En un período determinado, representa la cantidad de veces que el kVA promedio sufrió una interrupción de servicio.

$$FMIK_{Rd} = \frac{\sum_i kVAfs_i}{kVA_{inst}}$$

$$FMIK_{Aj} = \frac{\sum_i kVAfs_{iAj}}{kVA_{instAj}}$$

b) Tiempo Total de interrupción por kVA nominal Instalado (TTIK)

En un período determinado, representa el tiempo medio en que el kVA promedio no tuvo servicio.

$$TTIK_{Rd} = \frac{\sum_i kVAfs_i * Tfs_i}{kVA_{inst}}$$

$$TTIK_{Aj} = \frac{\sum_i kVAfs_{iAj} * Tfs_{iAj}}{kVA_{instAj}}$$

Donde:

FMIK: Frecuencia Media de Interrupción por kVA nominal instalado, expresada en fallas por kVA.

TTIK: Tiempo Total de Interrupción por kVA nominal instalado, expresado en horas por kVA.

\sum_i : Sumatoria de todas las interrupciones del servicio "i" con duración mayor a tres minutos, para el tipo de causa considerada en el período en análisis.

\sum_{Aj} : Sumatoria de todas las interrupciones de servicio en el alimentador "Aj" en el período en análisis.

kVAfs_i: Cantidad de kVA nominales fuera de servicio en cada una de las interrupciones "i".

kVAinst: Cantidad de kVA nominales instalados.

Tfs_i : Tiempo de fuera de servicio, para la interrupción "i"

R_d : Red de distribución global

A_j : Alimentador primario de medio voltaje "j"



c) Índices para consumidores en AV y MV

Para el caso de consumidores en áreas urbanas cuyo suministro sea realizado en el nivel de Alto y Medio Voltaje no se aplicarán los índices descritos anteriormente, sino que se controlará la calidad de servicio en función de índices individuales de acuerdo a lo establecido para la Subetapa 2.

3.2.2 Registro

Será responsabilidad del Distribuidor efectuar el levantamiento y registro de las interrupciones y la determinación de los correspondientes índices.

Para la determinación de los índices se computarán todas las interrupciones que afecten la Red de Medio Voltaje de Distribución, es decir a nivel de alimentadores primarios.

El Distribuidor entregará informes anuales al CONELEC con los resultados de su gestión en el año inmediato anterior, especificando las interrupciones y los indicadores de control resultantes por toda la empresa y por alimentador de MV, y el monto de las Compensaciones en caso de corresponder. El CONELEC podrá auditar cualquier etapa del proceso de determinación de índices, así como exigir informes de los registros de interrupciones, con una periodicidad menor a la anual.

A los efectos del control, el Distribuidor entregará informes mensuales al CONELEC con:

- a) los registros de las interrupciones ocurridas.
- b) la cantidad y potencia de los transformadores de MV/BV que cada alimentador de MV tiene instalado, para una configuración de red normal.
- c) el valor de los índices obtenidos.

3.2.3 Límites

Los valores límites admisibles, para los índices de calidad del servicio técnico, aplicables durante la Subetapa 1 son los siguientes:

Índice	Lim FMIK	Lim TTIK
Red	4.0	8.0
Alimentador Urbano	5.0	10.0
Alimentador Rural	6.0	18.0

Las definiciones y fórmulas de cálculo para los índices FAIc y DAIc se detallan en el numeral 3.3.1., sin embargo, los valores límites admisibles para los consumidores en AV y MV durante la Subetapa 1 son los siguientes:



Consumidor	Indice	Valor
Suministro	Lim FAIc	6,0
En AV	Lim DAIC	4,0
Suministro	Lim FAIc	10,0
En MV	Lim DAIC	24,0

3.2.4 Cálculo de la Energía No Suministrada

En caso de haberse excedido los valores límites admisibles de los Indices de Calidad de Servicio, aplicables durante la Subetapa 1, se calculará la Energía No Suministrada (ENS), mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

a) Si: $FMIK > LimFMIK$ y $TTIK < LimTTIK$

$$ENS = (FMIK - LimFMIK) * \frac{TTIK}{FMIK} * \frac{ETF}{THPA}$$

b) Si: $FMIK < LimFMIK$ y $TTIK > LimTTIK$

$$ENS = (TTIK - LimTTIK) * \frac{ETF}{THPA}$$

c) Si: $FMIK > LimFMIK$ y $TTIK > LimTTIK$; y, si $\frac{TTIK}{FMIK} < \frac{LimTTIK}{LimFMIK}$

$$ENS = (FMIK - LimFMIK) * \frac{TTIK}{FMIK} * \frac{ETF}{THPA}$$

d) Si: $FMIK > LimFMIK$ y $TTIK > LimTTIK$; y, si $\frac{TTIK}{FMIK} \geq \frac{LimTTIK}{LimFMIK}$

$$ENS = (TTIK - LimTTIK) * \frac{ETF}{THPA}$$

Donde:

ENS: Energía No Suministrada por Causas Internas o Externas, en kWh.

ETF: Energía Total Facturada a los consumidores en bajo voltaje (BV) conectados a la Red de Distribución Global; o, al alimentador primario considerado, en kWh, en el periodo en análisis.

THPA: Tiempo en horas del periodo en análisis.

FMIK: Índice de Frecuencia media de interrupción por kVA.

TTIK: Índice de Tiempo total de interrupción por kVA.

LimFMIK: Límite Admisible de FMIK.

LimTTIK: Límite Admisible de TTIK

La Energía No Suministrada se calculará para toda la red de distribución y para cada alimentador primario de medio voltaje (MV).

3.3 Control del Servicio Técnico en la Subetapa 2

Durante la Subetapa 2, la calidad del servicio técnico se controlará al nivel de suministro a cada consumidor, debiendo disponer el Distribuidor de los sistemas que posibiliten la gestión de la totalidad de la red, y la adquisición y procesamiento de información de forma tal de asegurar los niveles de calidad, y la realización de controles previstos para la presente etapa.

3.3.1 Índices

Los índices de calidad antes indicados, serán calculados mediante las siguientes fórmulas:

a) Frecuencia de Interrupciones por número de Consumidores (FAIc)

Representa el número de interrupciones, con duración mayor a tres (3) minutos, que han afectado al Consumidor "c", durante el período de análisis.

$$FAIc = Nc$$

Donde:

FAIc: Frecuencia de las interrupciones que afectaron a cada Consumidor "c", durante el período considerado.

Nc: Número de interrupciones, con duración mayor a tres minutos, que afectaron al Consumidor "c", durante el período de análisis.

b) Duración de las Interrupciones por Consumidor (DAIc)

Es la sumatoria de las duraciones individuales ponderadas de todas las interrupciones en el suministro de electricidad al Consumidor "c", durante el período de control.

$$DAIc = \sum_i (K_i * dic)$$

Donde:

dic : Duración individual de la interrupción "i" al Consumidor "c" en horas

Ki : Factor de ponderación de las interrupciones

Ki = 1.0 para interrupciones no programadas

Ki = 0.5 para interrupciones programadas por el Distribuidor, para el mantenimiento o ampliación de las redes; siempre que hayan sido notificadas a los Consumidores con una anticipación mínima de 48 horas, con horas precisas de inicio y culminación de trabajos.

3.3.2 Registro

El sistema de gestión de red a implementar por el Distribuidor, que permita el control de la calidad del servicio técnico a nivel del suministro al consumidor, deberá como mínimo almacenar la siguiente información:

16



- Datos de las interrupciones, indicando inicio y fin de la mismas, equipos afectados, y equipos operados a consecuencia de la interrupción a fin de reponer el suministro (identificación de las modificaciones transitorias al esquema operativo de la red).
- Esquema de alimentación de cada consumidor, de forma tal que permita identificar el número de consumidores afectados ante cada interrupción en cualquier punto de la red. La información deberá contemplar las instalaciones que abastecen a cada consumidor con el siguiente grado de detalle.
 - circuito o ramal de BV
 - centro de transformación MV/BV
 - alimentador MV
 - transformador AV/MV
 - subestación AV/MV
 - red AV

El sistema deberá permitir el intercambio de información con los archivos de facturación, de forma tal de posibilitar el cálculo de la energía no suministrada a cada uno de los consumidores.

3.3.3 Límites

Los valores límites admisibles, para los índices de calidad del servicio técnico, aplicables durante la Subetapa 2 son los siguientes:

Índice	Lim FAIc	Lim DAiC
Consumidores en AV	6.0	4.0
Consumidores en MV Urbano	8.0	12.0
Consumidores en MV Rural	10.0	24.0
Consumidores en BV Urbano	10.0	16.0
Consumidores en BV Rural	12.0	36.0

3.3.4 Cálculo de la Energía No Suministrada

En caso de haberse excedido los valores límites admisibles de los Índices de Calidad de Servicio, aplicables durante la Subetapa 2, se calculará la Energía No Suministrada (ENS), mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

a) Si: FAIc > LimFAIc y DAiC < LimDAiC

$$ENS = (FAIc - LimFAIc) * \frac{DAiC}{FAIc} * \frac{ETF}{THPA}$$

b) Si: FAIc < LimFAIc y DAiC > LimDAiC



$$ENS = (DAIc - LimDAIc) * \frac{ETF}{THPA}$$

c) Si: $FAIc > LimFAIc$ y $DAIc > LimDAIc$; y, si $\frac{DAIc}{FAIc} < \frac{LimDAIc}{LimFAIc}$

$$ENS = (FAIc - LimFAIc) * \frac{DAIc}{FAIc} * \frac{ETF}{THPA}$$

d) Si: $FAIc > LimFAIc$ y $DAIc > LimDAIc$; y, si $\frac{DAIc}{FAIc} \geq \frac{LimDAIc}{LimFAIc}$

$$ENS = (DAIc - LimDAIc) * \frac{ETF}{THPA}$$

Donde:

ENS: Energía No Suministrada por Causas Internas o Externas, en kWh.

ETF: Energía Total Facturada a los Consumidores del nivel de voltaje que se esté considerando, en kWh, en el periodo en análisis.

THPA: Tiempo en horas del periodo en análisis.

FAIc: Índice de Frecuencia anual de interrupción por consumidor "c".

DAIc: Índice de Duración anual de interrupción por Consumidor "c".

Lim FAIc: Límite Admisible de FAIc.

Lim DAIc: Límite Admisible de DAIc

4 CALIDAD DEL SERVICIO COMERCIAL

El Distribuidor tiene la obligación de proveer, además del suministro de la energía eléctrica, un conjunto de servicios comerciales relacionados, necesarios para mantener un nivel adecuado de satisfacción a los consumidores.

4.1 Aspectos Generales

4.1.1 Parámetros a considerar

La calidad del servicio comercial al consumidor, que debe ser cumplida por el Distribuidor, responderá a los siguientes parámetros:

a) Niveles Individuales de Calidad Comercial

Son aquellos vinculados a las prestaciones garantizadas a cada Consumidor.

b) Niveles Globales de Calidad Comercial

Se corresponden con metas de calidad para todo el Distribuidor.



4.1.2 Registro de la Información

Será responsabilidad del Distribuidor efectuar el levantamiento y registro de la totalidad de eventos relacionados con el cálculo de los índices globales e individuales y la determinación de los correspondientes índices.

El registro se deberá efectuar directamente en los sistemas informáticos que utilice el Distribuidor para su gestión comercial; y, los reportes e informes que reciba el CONELEC, deberán ser extraídos en forma automática desde los citados sistemas, los que deberán ser desarrollados previo al inicio de la Etapa Final y sometidos a conocimiento del CONELEC.

4.1.3 Clasificación por Densidad Demográfica

A efectos de la determinación de niveles admisibles de los índices de Calidad del Servicio Comercial, se considerará la siguiente clasificación referida a la Densidad Demográfica, dentro del área geográfica que corresponde a la prestación del servicio:

- a) Densidad Demográfica Alta: mayor o igual a 15 consumidores/km²
- b) Densidad Demográfica Media: desde 5 hasta 15 consumidores/km²
- c) Densidad Demográfica Baja: menor a 5 consumidores/km²

4.2 Índices y Límites Individuales

Se consideran como índices de Calidad del Servicio Comercial al Consumidor, a los asociados con:

- La Conexión del Servicio Eléctrico y del Medidor
- Estimaciones en la Facturación
- Resolución de Reclamos Comerciales
- Restablecimiento del Servicio Suspendido por Falta de Pago
- Plazo de Respuesta a las Consultas de los Consumidores.
- Información previa a los Consumidores acerca de Interrupciones Programadas
- Reposición del suministro después de una interrupción individual

4.2.1 Conexión del Servicio Eléctrico y del Medidor

Se consideran los tiempos máximos en que el Distribuidor debe proveer la conexión del servicio eléctrico y el medidor a cada Consumidor, a partir de la fecha de pago del depósito en garantía por consumo de energía y por el buen uso de la acometida y el equipo de medición. Los referidos plazos serán los siguientes:

- a) Sin modificación de red:





AREA GEOGRAFICA	Subetapa 1	Subetapa 2
Densidad Demográfica Alta y/o Zonas Urbanas	8 días	4 días
Densidad Demográfica Media	10 días	5 días
Densidad Demográfica Baja y/o Zonas Rurales	15 días	7 días

b) Con modificación de red dentro de la franja de servicio de 200 m:

AREA GEOGRAFICA	Subetapa 1	Subetapa 2
Densidad Demográfica Alta y/o Zonas Urbanas	15 días	10 días
Densidad Demográfica Media	17 días	12 días
Densidad Demográfica Baja y/o Zonas Rurales	20 días	15 días

c) Instalaciones a Medio Voltaje, con instalación a cargo del consumidor:

Subetapa 1: 10 días
Subetapa 2: 5 días

d) Instalaciones a Medio Voltaje, con instalación a cargo del distribuidor: Plazo a convenir entre las partes con los siguientes máximos.

Subetapa 1: 20 días
Subetapa 2: 15 días

4.2.2 Estimaciones en la Facturación

La facturación a los Consumidores de las zonas urbanas o de densidad demográfica alta y media se efectuarán obligatoriamente en función de lecturas directas de los medidores. Solo serán admisibles facturaciones basadas en estimaciones, para los casos del sector rural que no disponga de medidores y los de excepción determinados en la Ley Orgánica de Defensa del Consumidor, para los cuales el Distribuidor se sujetará a lo establecido en dicha Ley.

4.2.3 Resolución de Reclamos Comerciales

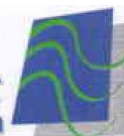
Toma en consideración el plazo máximo en que el Distribuidor debe atender y resolver los reclamos de los Consumidores por cuestiones comerciales, contados a partir del momento en que sean recibidos.

Este plazo, de acuerdo al Art. 24 del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad, será como máximo de 4 días.

4.2.4 Restablecimiento del Servicio Suspendido por Falta de Pago

Mide el tiempo, en horas, en que el Distribuidor debe restablecer el servicio suspendido por falta de pago, a partir que el Consumidor haya cancelado su deuda.





AREA GEOGRAFICA	Subetapa 1	Subetapa 2
Densidad Demográfica Alta	24 h	10 h
Densidad Demográfica Media	30 h	15 h
Densidad Demográfica Baja	36 h	24 h

4.2.5 Plazo de Respuesta a las Consultas de los Consumidores

Los plazos máximos en que el Distribuidor debe dar respuesta escrita a las consultas de los Consumidores, desde el momento en que las recibe, son los siguientes:

Subetapa 1: 10 días

Subetapa 2: 5 días

4.2.6 Información previa a los Consumidores sobre Interrupciones Programadas

El Distribuidor debe informar a los consumidores acerca de las interrupciones programadas del suministro, con una anticipación no inferior a cuarenta y ocho horas (48).

4.2.7 Reposición del suministro después de una interrupción individual

Independientemente de las exigencias indicadas en el punto referido a la calidad de Servicio Técnico, en los casos en que un usuario sufra una interrupción prolongada, el Distribuidor debe reponer el suministro en los tiempos máximos que se indican a continuación, los que se miden en horas desde el momento de la interrupción:

AREA GEOGRAFICA	Subetapa 1	Subetapa 2
Densidad Demográfica Alta	5 h	3 h
Densidad Demográfica Media	7 h	4 h
Densidad Demográfica Baja	15 h	8 h

4.3 Índices y Límites Globales

Corresponden a las metas de calidad para todo el Distribuidor; y comprende los siguientes factores:

- Conexiones de Servicio
- Calidad de la Facturación
- Tratamiento de Reclamos
- Rehabilitaciones de Suministro
- Respuesta a las Consultas de los Consumidores
- Consumidores reconectados después de una interrupción



4.3.1 Conexiones de Servicio

Se considera los porcentajes mínimos de conexiones de servicio que deben realizarse dentro de los plazos máximos establecidos como índices individuales para cada consumidor, para aquellos consumidores que no requieran de ampliación o modificación de la red de distribución.

AREA GEOGRAFICA	Subetapa 1	Subetapa 2
Densidad Demográfica Alta	95 %	98 %
Densidad Demográfica Media y Baja	95 %	98 %

4.3.2 Calidad de la Facturación

La medición del desempeño del Distribuidor en lo que se refiere a la calidad de la facturación a los consumidores se evaluará conforme al siguiente índice:

Porcentaje de Errores en la Facturación (PEF)

Se considera, mensualmente y por categoría tarifaria, el porcentaje máximo de refacturaciones de facturas emitidas.

$$PEF = \frac{Fa}{Ne} * 100$$

Donde:

Fa: Número de facturas ajustadas con motivo de corregir un error de lectura o facturación.

Ne: Número total de facturas emitidas

Los límites establecidos son los siguientes:

Subetapa 1: 4%

Subetapa 2: 2%

4.3.3 Tratamiento de Reclamos

La medición del desempeño del Distribuidor, en lo que respecta al número y tratamiento de los Reclamos de los Consumidores y sus quejas, se verificará mensualmente, de acuerdo a los siguientes parámetros:

a) Porcentaje de reclamos (PRU):

$$PRU = \frac{Ra}{Nu} * 100$$

Donde:

Ra: Número total de reclamos o quejas procedentes recibidas

Nu: Número total de consumidores servidos

Los límites establecidos son los siguientes:

22



	Subetapa 1	Subetapa 2
PRUi	10 %	8 %
PRUt	8 %	6 %
PRUc	5 %	3 %

Donde:

PRUi: Porcentaje de Reclamos por interrupciones de servicio

PRUt: Porcentaje de Reclamos por variaciones en los niveles de Voltaje

PRUc: Porcentaje de Reclamos por problemas comerciales

b) Tiempo promedio de procesamiento de los Reclamos Comerciales (TPR):

$$TPR = \frac{\sum T_{a_i}}{Ra}$$

Donde:

T_{a_i}: tiempo en días para resolver cada reclamo o queja

Ra: número total de reclamos o quejas recibidas

Los límites establecidos son los siguientes:

Subetapa 1: 8 días

Subetapa 2: 4 días

c) Porcentaje de resolución (PRR):

$$PRR = \frac{Nr}{Ra} * 100$$

Donde:

Nr = Número de casos de reclamos y quejas resueltas

Ra = número total de reclamos o quejas recibidas

Los límites establecidos son los siguientes:

Subetapa 1: 95%

Subetapa 2: 98%

4.3.4 Rehabilitaciones de Suministro

Se considera el porcentaje de rehabilitaciones de suministros suspendidos por falta de pago que, como mínimo, deben ser realizados por el Distribuidor dentro de los plazos establecidos como índices individuales para cada consumidor.



AREA GEOGRAFICA	Subetapa 1	Subetapa 2
Densidad Demográfica Alta	95 %	97 %
Densidad Demográfica Media	95 %	97 %
Densidad Demográfica Baja	92 %	95 %

4.3.5 Respuesta a las Consultas de los Consumidores

Se considera el porcentaje de consultas de consumidores que, como mínimo, deben ser respondidas por escrito por el Distribuidor dentro de los plazos establecidos como índices individuales para cada consumidor.

	Subetapa 1	Subetapa 2
Respuestas en Plazo	95 %	98 %

4.3.6 Consumidores reconectados después de una interrupción

Para este índice se considera el porcentaje de Consumidores que, como mínimo, deben ser reconectados por el Distribuidor, dentro de los plazos máximos garantizados a cada usuario.

AREA GEOGRAFICA	Subetapa 1	Subetapa 2
Densidad Demográfica Alta	95 %	97 %
Densidad Demográfica Media	95 %	97 %
Densidad Demográfica Baja	93 %	95 %

4.4 Satisfacción de Consumidores

4.4.1 Indice

Para evaluar la satisfacción de los Consumidores en relación con el suministro del servicio, se utilizará la siguiente expresión:

$$ISC = \frac{Com.S}{Com.T} * 100$$

Donde:

ISC: Índice de satisfacción de los Consumidores en porcentaje.

Com.S: Número de Consumidores, de los encuestados, que se encuentran satisfechos con el servicio prestado por el Distribuidor.

Com.T: Número de Consumidores encuestados.

4.4.2 Encuestas

Para el cálculo del índice señalado, el Distribuidor deberá efectuar a su costo, cuando el CONELEC lo determine y al menos anualmente, una encuesta entre los Consumidores ubicados en su área de concesión.

El número de Consumidores a ser encuestados, será seleccionado en tal forma que la muestra sea estadísticamente representativa; considerando los

24





diferentes tipos de Consumidores, los niveles de voltaje y las zonas geográficas. La encuesta considerará los siguientes aspectos:

1. Variaciones del voltaje
2. Flicker o parpadeo
3. Frecuencia de interrupciones
4. Duración de las interrupciones
5. Atención a solicitudes de servicio
6. Atención a reclamos
7. Facturación
8. Facilidades de pago de facturas
9. Imagen institucional

Se calculará el índice de satisfacción a los Consumidores para cada uno de los aspectos indicados.

La muestra a ser encuestada, así como el formato y contenido de la encuesta serán sometidos a consideración del CONELEC, por lo menos treinta (30) días antes de la fecha de inicio de las encuestas.

4.4.3 Límite

Se considerará que el Distribuidor cumple satisfactoriamente con este Índice, cuando los valores obtenidos de las encuestas, para el ISC, son iguales o mayores al 90%.

Certifico que esta Regulación fue aprobada por el Directorio del CONELEC, mediante Resolución No. 0116/01, en sesión de 23 de mayo de 2001.


Lcdo. Carlos Calero Merizalde
Secretario General del CONELEC






UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 8: Planillas eléctricas de consumo del edificio.

**EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.**

Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto
RUC: 1790053881001
Contribuyente especial, resolución No. 5368
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD


K200013514811

Nro. Factura 001-999-013062753
Nro. doc. interno 002840232653
Fecha de emisión 20-08-2018
Fecha de vencimiento 04-09-2018
Número de autorización 2008201801179005388100120019990130627530045186415

Información del consumidor

VALOR A PAGAR \$3.75

CUENTA CONTRATO 200013514811
Nombre Cliente REYES NARVAEZ GONZALO FRANCISCO
Cédula 1706488457
Código Único Eléctrico Nacional 1401781296
Geocódigo 1412M035000553

Tipo de tarifa Arconel
Dirección del servicio
Dirección de envío

BTCRSD01 - BT Residencial
AV REPUBLICA SALVADO N36-161 AV NACIONES UNIDAS 7 603 - IÑAQUITO
06B IMBABURA N1-65 N2 BOLIVAR PB - CENTRO HISTÓRICO

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 687844
Tipo consumo leido
Fecha desde 18-07-2018

Días facturados 31
Fecha hasta 17-08-2018

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfor.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	17-08-2018	6894.00	6894.00	0.00	0.00	0.00	0.00	KWH	0.00

2. Valores pendientes

VALORES PENDIENTES (2) 0.00

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0.00

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	1.52	15	días

Consumo



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	0.00
Comercialización	1.41
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	1.41
Servicio Alumbrado Público	0.11
Subtotal Alumbrado Público	0.11
Base I.V.A. 0%	0.00
I.V.A. 0%	0.00
TOTAL SE Y AP (1)	1.52

TOTAL (A)

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	1.52
Valores Pendientes (2)	0.00
Planes de Financiamiento (3)	0.00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A)	1.52

Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN QUITO

Beneficiario EMP METROPOLITANA DE ASEO
R.U.C beneficiario 1768155310001
Fecha de Emisión 20-08-2018
Cuenta Contrato 200013514811
Cédula 1706488457
Nombre REYES NARVAEZ GONZALO

CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	0.30
TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)	0.30

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA EL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN QUITO

Beneficiario C. BOMBEROS DISTRITO M QUITO
R.U.C beneficiario 1768097950001
Fecha de Emisión 20-08-2018
Cuenta Contrato 200013514811
Cédula 1706488457
Nombre REYES NARVAEZ GONZALO

CONCEPTO	VALOR
Contribución Bomberos	1.93
TOTAL CONTRIBUCIÓN BOMBEROS (4)	1.93

RESUMEN DE VALORES A PAGAR

Total Sector Eléctrico (A)	1.52
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	2.23
TOTAL A PAGAR (USD)	3.75



UNIVERSIDAD DE CUENCA



EMPRESA
ELÉCTRICA
QUITO S.A.

Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto
RUC: 1790053881001
Contribuyente especial, resolución No. 5368
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K200012137085

Nro. Factura 001-999-013036613
Nro. doc. Interno 003060211438
Fecha de emisión 17-08-2018
Fecha de vencimiento 01-09-2018
Número de autorización
1708201801179005388100120019990130366130045186412

Información del consumidor

VALOR A PAGAR \$3.75

CUENTA CONTRATO 200012137085

Nombre Cliente REYES NARVAEZ GONZALO FRANCISCO
Cédula 1708488457
Código Único Eléctrico Nacional 1401590727
Geocódigo 1412M035000559

Tipo de tarifa Arconel
Dirección del servicio
Dirección de envío

BTCRSD01 - BT Residencial
AV. REP. EL SALVADOR N36161 AV. NACIONES UNIDAS DP 901 - IÑAQUITO
0E8 IMBABURA N1-65 N2 BOLIVAR PB - CENTRO HISTÓRICO

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 578649
Tipo consumo leído
Fecha desde 18-07-2018
Días facturados 31
Fecha hasta 17-08-2018

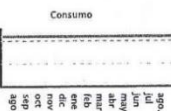
Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfor.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	17-08-2018	3411.00	3411.00	0.00	0.00	0.00	0.00	KWH	0.00

2. Valores pendientes

VALORES PENDIENTES (2) 0.00

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0.00



Límite
Tarifa
Dignidad

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	0.00
Comercialización	1.41
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	1.41
Servicio Alumbrado Público	0.11
Subtotal Alumbrado Público	0.11
Base I.V.A. 0%	0.00
I.V.A. 0%	1.52
TOTAL SE Y AP (1)	1.52

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	1.52	15	días

TOTAL (A)

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	1.52
Valores Pendientes (2)	0.00
Planes de Financiamiento (3)	0.00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A)	1.52

Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN QUITO

Beneficiario EMP METROPOLITANA DE ASEO
R.U.C beneficiario 1768155310001
Fecha de Emisión 17-08-2018
Cuenta Contrato 200012137085
Cédula 1708488457
Nombre REYES NARVAEZ GONZALO

CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	0.30
TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)	0.30

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA EL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN QUITO

Beneficiario C. BOMBEROS DISTRITO M QUITO
R.U.C beneficiario 1768097950001
Fecha de Emisión 17-08-2018
Cuenta Contrato 200012137085
Cédula 1708488457
Nombre REYES NARVAEZ GONZALO

CONCEPTO	VALOR
Contribución Bomberos	1.93
TOTAL CONTRIBUCIÓN BOMBEROS (4)	1.93

RESUMEN DE VALORES A PAGAR

Total Sector Eléctrico (A)	1.52
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	2.23
TOTAL A PAGAR (USD)	3.75



UNIVERSIDAD DE CUENCA



EMPRESA
ELÉCTRICA
QUITO S.A.

Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto
RUC: 1790053881001
Contribuyente especial, resolución No. 5368
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K200012128027

Nro. Factura 001-999-013036612
Nro. doc. interno 003060211437
Fecha de emisión 17-08-2018
Fecha de vencimiento 01-09-2018
Número de autorización 1708201801179005388100120019990130366120045186417

Información del consumidor

VALOR A PAGAR \$13.69

CUENTA CONTRATO

200012128027
Nombre Cliente REYES NARVAEZ GONZALO FRANCISCO
Cédula 1706488457
Código Único Eléctrico Nacional 1401590724
Geocódigo 1412M035000557

Tipo de tarifa Arconel
Dirección del servicio
Dirección de envío

BTCSRSD01 - BT Residencial
AV.REP.EL SALVADOR 1069 AV.NACIONES UNIDAS DP 801 - IÑAQUITO
068 IMBABURA NT-65 N2 BOLIVAR PB - CENTRO HISTÓRICO

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 614440
Tipo consumo leído
Fecha desde 18-07-2018
Días facturados 31
Fecha hasta 17-08-2018

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfor.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	17-08-2018	2305.00	2194.00	0.00	111.00	0.00	111.00	KWH	8.91

2. Valores pendientes

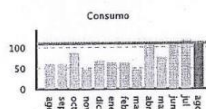
VALORES PENDIENTES (2) 0.00

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0.00

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	9.68	15	días



Límite
Tarifa
Dignidad

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	8.91
Comercialización	1.41
Subsidio Cruzado Beneficiado	1.47
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	8.65
Servicio Alumbrado Público	0.83
Subtotal Alumbrado Público	0.83
Base I.V.A. 0%	9.68
I.V.A. 0%	0.00
TOTAL SE Y AP (1)	9.68

TOTAL (A)

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	9.68
Valores Pendientes (2)	0.00
Planes de Financiamiento (3)	0.00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A)	9.68



Subsidios del Gobierno
Subsidio Tarifa Eléctrica 6.70
TOTAL: 6.70

Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN QUITO

Beneficiario EMP METROPOLITANA DE ASEO
R.U.C beneficiario 1768155310001
Fecha de Emisión 17-08-2018
Cuenta Contrato 200012128027
Cédula 1706488457
Nombre REYES NARVAEZ GONZALO

CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	2.08
TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)	2.08

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA EL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN QUITO

Beneficiario C. BOMBEROS DISTRITO M QUITO
R.U.C beneficiario 1768097950001
Fecha de Emisión 17-08-2018
Cuenta Contrato 200012128027
Cédula 1706488457
Nombre REYES NARVAEZ GONZALO

CONCEPTO	VALOR
Contribución Bomberos	1.93
TOTAL CONTRIBUCIÓN BOMBEROS (4)	1.93

RESUMEN DE VALORES A PAGAR

Total Sector Eléctrico (A)	9.68
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	4.01
TOTAL A PAGAR (USD)	13.69



UNIVERSIDAD DE CUENCA



EMPRESA
ELÉCTRICA
QUITO S.A.



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto
RUC: 1790053881001
Contribuyente especial, resolución No. 5368
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K200012128340

Nro. Factura 001-999-013109102
Nro. doc. interno 003070213066
Fecha de emisión 21-08-2018
Fecha de vencimiento 05-09-2018
Número de autorización 2108201801179005388100120019990131091020045186411

Información del consumidor

VALOR A PAGAR \$4.61

CUENTA CONTRATO 200012128340

Nombre Cliente REYES NARVAEZ GONZALO FRANCISCO
Tipo consumo 1706488457
Código Único Eléctrico Nacional 1401590725
Geocódigo 1412M035000558

Tipo de tarifa Arconel
Dirección del servicio
Dirección de envío

BTCRSD01 - BT Residencial
AV.REP.EL SALVADOR 1069 AV.NACIONES UNIDAS DP 802 - IÑAQUITO
0E8 IMBABURA N1-65 N2 BOLIVAR PB - CENTRO HISTÓRICO

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 633023
Tipo consumo leído
Fecha desde 18-07-2018
Días facturados 31
Fecha hasta 17-08-2018

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	17-08-2018	7335.00	7306.00	0.00	29.00	0.00	29.00	KWH	2.27

2. Valores pendientes

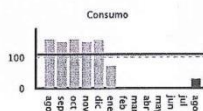
VALORES PENDIENTES (2) 0.00

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0.00

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	2.15	15	días



Limite
Tarifa
Dignidad

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público	
Valor Consumo	2.27
Comercialización	1.41
Subsidio Cruzado Beneficiado	1.47
Subsidio Tarifa Dignidad Comer.	0.35
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	1.88
Servicio Alumbrado Público	0.29
Subtotal Alumbrado Público	0.29
Base I.V.A. 0%	0.00
I.V.A. 0%	0.00
Base Exento de IVA	0.35
Exento de IVA	0.00
TOTAL SE Y AP (1)	2.15



EL GOBIERNO
SUBSIDIA
ESTE SERVICIO

Subsidios del Gobierno	
Subsidio Tarifa Eléctrica	1.81
Tarifa Dignidad	0.35
TOTAL:	2.16

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	2.15
Valores Pendientes (2)	0.00
Planes de Financiamiento (3)	0.00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A)	2.15

Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN QUITO
Beneficiario EMP METROPOLITANA DE ASEO
R.U.C beneficiario 1768155310001
Fecha de Emisión 21-08-2018
Cuenta Contrato 200012128340
Cédula 1706488457
Nombre REYES NARVAEZ GONZALO

CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	0.53
TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)	0.53

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA EL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN QUITO
Beneficiario C. BOMBEROS DISTRITO M QUITO
R.U.C beneficiario 1768097950001
Fecha de Emisión 21-08-2018
Cuenta Contrato 200012128340
Cédula 1706488457
Nombre REYES NARVAEZ GONZALO

CONCEPTO	VALOR
Contribución Bomberos	1.93
TOTAL CONTRIBUCIÓN BOMBEROS (4)	1.93

RESUMEN DE VALORES A PAGAR	
Total Sector Eléctrico (A)	2.15
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	2.46
TOTAL A PAGAR (USD)	4.61



UNIVERSIDAD DE CUENCA



EMPRESA
ELÉCTRICA
QUITO S.A.



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto
RUC: 1790053881001
Contribuyente especial, resolución No. 5368
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K200012112328

Nro. Factura 001-999-013109101
Nro. doc. Interno 003070213065
Fecha de emisión 21-08-2018
Fecha de vencimiento 05-09-2018
Número de autorización 2108201801179005388100120019990131091010045186414

Información del consumidor

VALOR A PAGAR \$3.09

CUENTA CONTRATO 200012112328

Nombre Cliente REYES NARVAEZ GONZALO FRANCISCO
Cédula 1706488457
Código Único Eléctrico Nacional 1401590719
Geocódigo 1412M035000552

Tipo de tarifa Arconel
Dirección del servicio
Dirección de envío

BTCSRD01 - BT Residencial
AV. REP. EL SALVADOR 1089 AV. NACIONES UNIDAS DP 602 - IÑAQUITO
0E8 IMBABURA N1-65 N2 BOLIVAR PB - CENTRO HISTÓRICO

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 616988
Tipo consumo leido
Fecha desde 18-07-2018
Días facturados 31
Fecha hasta 17-08-2018

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	17-08-2018	2475.00	2474.00	0.00	1.00	0.00	1.00	KWH	0.08

2. Valores pendientes

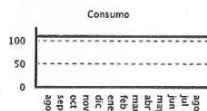
VALORES PENDIENTES (2) 0.00

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0.00

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	0.86	15	días



Límite
Tarifa
Dignidad

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	0.08
Comercialización	1.41
Subsidio Cruzado Beneficiario	0.08
Subsidio Tarifa Dignidad Comer.	0.67
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	0.74
Servicio Alumbrado Público	0.12
Subtotal Alumbrado Público	0.12
Base I.V.A. 0%	0.00
I.V.A. 0%	1.53
Base Exento de IVA	0.00
Exento de IVA	0.67
TOTAL SE Y AP (1)	0.86



Subsidios del Gobierno
Subsidio Tarifa Eléctrica 0.06
Tarifa Dignidad 0.67
TOTAL 0.73

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	0.86
Valores Pendientes (2)	0.00
Planes de Financiamiento (3)	0.00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A)	0.86

Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN QUITO

Beneficiario EMP METROPOLITANA DE ASEO
R.U.C beneficiario 1768155310001
Fecha de Emisión 21-08-2018
Cuenta Contrato 200012112328
Cédula 1706488457
Nombre REYES NARVAEZ GONZALO

CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	0.30
TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)	0.30

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA EL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN QUITO

Beneficiario C. BOMBEROS DISTRITO M QUITO
R.U.C beneficiario 1768097950001
Fecha de Emisión 21-08-2018
Cuenta Contrato 200012112328
Cédula 1706488457
Nombre REYES NARVAEZ GONZALO

CONCEPTO	VALOR
Contribución Bomberos	1.93
TOTAL CONTRIBUCIÓN BOMBEROS (4)	1.93

RESUMEN DE VALORES A PAGAR	
Total Sector Eléctrico (A)	0.86
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	2.23
TOTAL A PAGAR (USD)	3.09

ANEXO 9: Equipos de calentador solar



Innovación energética

Calentador Solar de Agua Sistema: Placas Planas

Sistema Eléctrico de Compensación

Tanque Térmico

Colector Solar de Placa Plana

Microcomputador de Automatización

Estructura de Aluminio



Características Técnicas

	200L	300L
Personas en la vivienda	3-4	5-6
¿Uso simultáneo de duchas?	Si	Si
Medidas (cm)	alto:140 ancho:200 largo:280	alto:108 ancho:220 largo:280
Área (m ²)	5.6	6.2
Peso equipo lleno (kg)	320	469
Resistencia eléctrica	220V 4Kw	
Conexión de agua (")	3/4	
Área de colectores (m ²)	1 pieza x 2.5m ²	2 piezas x 2m ²
Tanque interno	Acero Inox SUS 304	
Tanque externo	Acero esmaltado 0.35	
Aislamiento térmico del tanque	Poliuretano Alemán espesor 55 mm	
Tipo de circulación	Directa	
T/P pressure relief valve	0.7 Mpa/90°C	
Controlador	Automatización de la resistencia y monitoreo de la temperatura	

Requisitos para Instalación

Área de instalación	Tubería	Conexiones eléctricas
6 m ² de espacio plano o inclinado	Plástico, cobre, acero inox, termofusión	Manguera de 1/2" con multipar tipo 3 y dos cables # 10 entre lugar del calentador y caja de brakers
Espacio sin sombras	Diámetro de 1/2 o 3/4 de pulgadas	Braker de 40 amp
Orientación Norte - Sur	Aislante térmico en tubería de cobre y acero inox	Dejar conexiones listas a máximo 2m de distancia del lugar del calentador
Soporte > 470Kg	Tomas de agua fría y caliente a máximo 3m del sitio de instalación	

T: 023 341991

AV. de los Naranjos N44-27 Conjunto Fierrolmobiliaria / Quito



ANEXO 10: fotografía del edificio El Rey



ANEXO 11: Tipo de luminarias en los pasillos



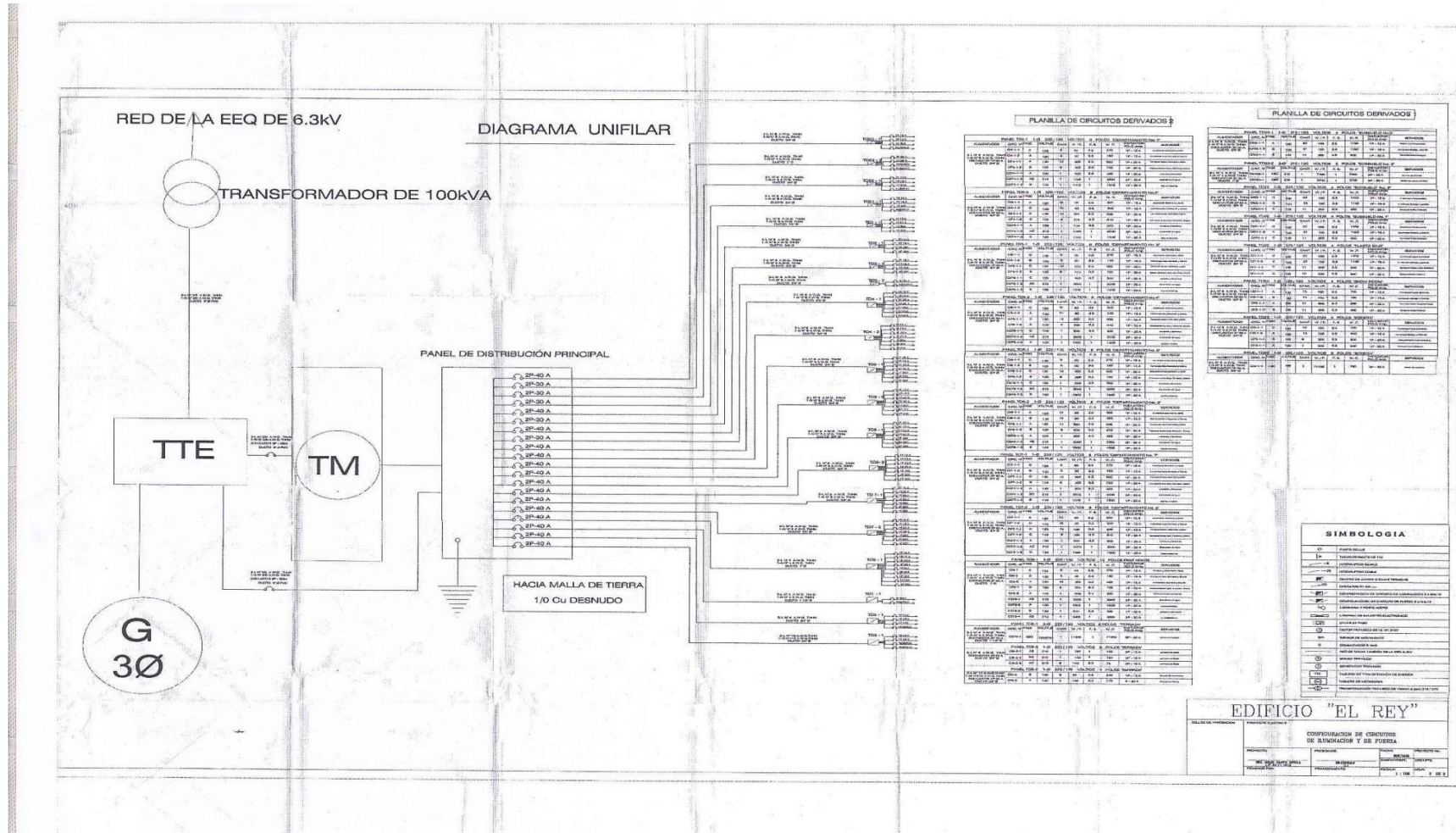
ANEXO 12: Área en donde se van a implementar los paneles solares.



ANEXO 13: Equipo calentador de agua.



ANEXO 14: Diagrama unifilar de las instalaciones electricas del edificio





UNIVERSIDAD DE CUENCA EDIFICIO EL REY



ANEXO 15: Luminarias Led



argoselectrica.com

TUBO T8 DE LED



Aplicaciones: El tubo T8 de LED pueden ser utilizadas para la iluminación general. Su alta eficiencia energética la convierte en una nueva alternativa para el ahorro de energía sin perder las características típica de la lámpara convencional T8 fluorescente.

Principales aplicaciones:

Iluminación general, hoteles, restaurantes, cafés, etc.
Reemplazo perfecto de la lámpara convencional T8 fluorescente.

Características técnicas:

- Tamaño: 120 cm T8 BiPin/G13
- Potencia: 18W
- Voltaje: 110-277V-
- Hertz: 60
- Flujo luminoso: 1 700 lm
- Temperatura de color: 3 000, 4 100, 6 400 K
- IRC: >80
- Tiempo de vida: 50 000
- Base: T8
- Garantía: 3 años

TUBO DE LED T8							
Código	Watts	Volts	Hertz	Dimensiones A x B (mm)	Base	Temperatura de color	Vida útil (hrs)
9403263	18	110-277	60	1200 x 26	G13	3 000 K	50 000
9403244	18	110-277	60	1200 x 26	G13	4 100 K	50 000
9403268	18	110-277	60	1200 x 26	G13	6 500 K	50 000

DIMENSIONES

